

687  
0-56

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОГО И  
ТЕКСТИЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ (ВНИИЛтекмаш)

На правах рукописи

ОЛЫШАНСКИЙ Валерий Иосифович

УДК 687.053:658.562.3

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕТЛЕОБРАЗУЮЩИХ  
МЕХАНИЗМОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОВЕЯНЫХ МАШИН И ПОВЫШЕНИЕ  
КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

05.02.13 - Машины и агрегаты легкой  
промышленности

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва - 1984

12

Работа выполнена в Рижском ордена Трудового Красного  
Знамени политехническом институте им. А.Я.Пельше

Научный руководитель - к.т.н., доц. КЛЯВИЦЬ А.Р.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,  
профессор СТОРОЖЕВ В.В.  
к.т.н. ВОЛВЕНКОВ Г.В.

Ведущая организация - Оршанский завод "Легмаш"  
Ю "Промшвеймаш"

Защита состоится 3 окт 1984 г. в 10 часов  
на заседании специализированного совета К 097.01.01 Всесоюзного  
научно-исследовательского института легкого и текстильного  
машиностроения ( ПЗ105, Москва, Варшавское шоссе 33)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института

Автореферат разослан 29 авг. 1984 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
к.т.н.

*Миц*

МИРОНОВА Г.И.



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года указано, что одной из важнейших задач, решаемых в настоящее время в легкой промышленности, является повышение качества, эффективности, надежности, экономичности и производительности. Необходимым условием для решения этих задач применительно к швейному машиностроению является разработка научных основ повышения качества функционирования швейных машин, в частности, качества работы петлеобразующих механизмов на основе комплексного анализа рабочих процессов и показателей качества образованной строчки.

Несмотря на достаточно полно разработанные, в настоящее время, общие основы проектирования швейных машин, созданные методики по изучению и совершенствованию отдельных механизмов и устройств, разработанные средства и методы изучения рабочих процессов, до сих пор отсутствуют приемлимые для практики методы анализа и оценки качества выполнения рабочего процесса, базирующиеся на показателях эффективности и качества работы петлеобразующих механизмов, качества строчки и не требующие при этом сложных технических средств и больших объемов исследований.

Осуществление этой задачи возможно только на основе применения комплексных методов исследований, позволяющих определить оптимальное техническое состояние швейной машины, обеспечить стабильность выполнения рабочего процесса, оптимизировать параметры отдельных петлеобразующих механизмов и устройств, тем самым, решая актуальную и практически важную задачу повышения эффективности и качества работы промышленных швейных машин.

Цель и задачи исследования. Основная цель диссертационной работы – комплексный анализ взаимодействия петлеобразующих механизмов и повышение качества выполнения рабочего процесса промышленных швейных машин на основе изучения протекающих в них процессов и показателей качества образованной строчки, выявление основных причин повышенной интенсивности обрывов игольной нити и способов ее снижения, разработка рекомендаций по совершенствованию конструктивных и технологических решений, направленных на повышение качества работы швейных машин.

В соответствии с целями исследований формулируются следующие основные задачи:

1. Разработка методики комплексной оценки качества функционирования петлеобразующих механизмов промышленных швейных машин на базе математической статистики и планирования многофакторного эксперимента.

2. Графическое моделирование рабочего процесса образования двухниточной челночной строчки и его оптимизация.

3. Разработка методики оптимизации параметров отдельных устройств петлеобразующих механизмов швейных машин челночной строчки.

4. Определение оптимальных значений конструктивных и регулируемых параметров отдельных устройств петлеобразующих механизмов.

5. Разработка способов и средств снижения обрывности игольной нити и стабилизация качества выполнения рабочего процесса для существующих конструкций швейных машин.

6. Разработка средств, практических предложений и рекомендаций, направленных на повышение качества работы вновь разрабатываемых швейных машин.

Методы исследования. Исследования базируются на использова-

нии теории вероятностей, математических концепций планирования многофакторного эксперимента и графического моделирования процесса образования двухниточной челночной строчки с применением ЭЦМ. Экспериментальные исследования качества функционирования петлеобразующих механизмов и рабочего процесса образования двухниточной челночной строчки выполнялись методом регистрации диаграмм использования игольной нити и тензометрическим методом.

На защиту выносятся разработанный метод комплексного анализа, оценки и оптимизации качества функционирования петлеобразующих механизмов и выполнения рабочего процесса промышленных швейных машин, основанный на планировании многофакторного эксперимента, теории вероятностей и графическом моделировании процесса образования двухниточной челночной строчки. Разработанный метод позволяет оптимизировать параметры отдельных устройств петлеобразующих механизмов, определить оптимальные значения факторов регулирования выполняемого рабочего процесса и предложить средства, практические рекомендации, направленные на повышение качества работы промышленных швейных машин в целом.

Научная новизна. Предложен новый подход к решению задачи повышения качества работы промышленных швейных машин, согласно которому швейная машина рассматривается как сложная многофакторная система, отвечающая концепциям теории математического планирования эксперимента.

Впервые получены интерполяционные зависимости, позволяющие комплексно оценить качество работы петлеобразующих механизмов и выполняемого рабочего процесса с учетом качества образованной строчки, а так же определить оптимальные значения регулируемых факторов.

Разработаны графические модели процесса образования двух-

ниточной челночной строчки с учетом количественных показателей: натяжение и втягивание игольной нити и характера движения компенсаторной пружины. На базе предложенных моделей получены аналитические зависимости и разработан метод расчета и оптимизации параметров компенсатора на ЭЦМ.

Практическая ценность. Разработанная методика позволяет комплексно оценить качество взаимодействия петлеобразующих механизмов и выполнения рабочего процесса промышленных швейных машин.

Для использования на предприятиях, выпускающих и эксплуатирующих промышленные швейные машины определены оптимальные значения факторов регулирования петлеобразующих механизмов и разработаны устройства для их практической реализации.

Разработана методика расчета и оптимизации основных параметров пружинного компенсатора с использованием ЭЦМ и определены их количественные значения для промышленных швейных машин 97-А и 1022 классов ОЗЛМ ВПО "Промшвеймаш".

Для использования на предприятиях, выпускающих и эксплуатирующих промышленные швейные машины изготовлены конструктивные модификации втулки регулятора натяжения игольной нити и разработана программа расчета параметров на ЭЦМ "Наири-К".

Разработана методика расчета компенсатора, установленного на участке "нитепротягиватель-игла", выполненного в виде пружины растяжения.

Рассмотрение и апробация работы. Результаты работы проверены экспериментально в исследовательской лаборатории кафедры: "Машины и аппараты легкой промышленности" Витебского технологического института легкой промышленности, в лаборатории надежности Оршанского завода "Легмаш" и в лаборатории качества Оршанской опытно-экспериментальной швейной фабрики.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на Всесоюзном семинаре: "Исследование и проектирование машин и агрегатов легкой промышленности", г.Москва, 1978 г.; на республиканской научно-исследовательской конференции: "Интенсификация производства и повышение качества продукции на основе всемерного использования достижений научного прогресса", г.Брест, 1981 г.; на республиканской научно-технической конференции: "Совершенствование технологии и организации производства на предприятиях бытового обслуживания", г.Хмельник, 1981 г.; на научно-техническом совещании областного правления НТО машиностроительной промышленности, областного правления НТО легкой промышленности и совета первичной организации НТО завода "Легмаш" по теме: "Проблемы создания и освоения серийного выпуска эффективных систем и оборудования для дальнейшей механизации и автоматизации технологических процессов в швейном производстве", г.Орша, 1982 г.; на постоянно действующем семинаре: "Точность и надежность механических систем" кафедры "Детали машин и ТМТ" Рижского политехнического института, г.Рига, 1981, 1982, 1983 гг.; на научно-методическом семинаре кафедры: "Машины и аппараты легкой промышленности" ВТИШпа, г.Витебск, 1981, 1982, 1983 гг.; на заседании секции швейного оборудования НТС ВНИИЛТЕКМАШ, г.Москва, 1983 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ, отражающих ее основное содержание.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 119 страницах основного текста, содержит 28 рисунков, 15 таблиц, и список использованной литературы из 106 наименований, приложений на 35 страницах.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Выявление основных технических параметров, характеризующих эффективность и качество работы швейных машин и выполняемого рабочего процесса представляется возможным на базе комплексного анализа взаимодействия петлеобразующих механизмов и процесса образования машинного стежка. Решению этих задач способствовали работы В.П.Полухина, А.И.Комиссарова, В.В.Сторожева, С.М.Русакова, А.А.Николаенко, Д.И.Червякова, И.В.Допандина, В.В.Рачка, О.Н.Гордеева, В.А.Пищикова и др., в которых изложены как общие вопросы процесса образования стежка, так и основы проектирования петлеобразующих механизмов швейных машин.

Вопросам повышения качества и стабильности выполнения рабочего процесса швейных машин посвящены работы В.П.Полухина, В.В.Сторожева, Б.А.Зайцева, С.Ю.Поливанова, Э.А.Сиротникова, Г.С.Навасардяна, В.А.Денисова, М.Н.Карелина, Г.В.Волвенкова и др., где задачи повышения качества функционирования петлеобразующих механизмов рассматриваются как составляющие общей задачи постоянного повышения эффективности и качества выпускаемой продукции.

В настоящее время широкое применение для оценки качества и эффективности функционирования механических систем, в том числе и швейных машин, нашли параметрические методы. Для определения качества работы системы в работах В.И.Сергеева, Х.В.Кордонского, Н.К.Саленикса, А.В.Звиедриса, А.Р.Клявина, и др. предлагается способ выборочных функционалов, определяемых на реализации случайного процесса, изображающего изменения основного технического параметра. Исследования качества работы механических систем, в том числе и швейных машин, параметрическими методами вполне естественно, так как они базируются на использовании математических моделей, интерпретирующих физические процессы, протекающие в механизмах машин.

Обеспечение оптимальных рабочих процессов возможно на основе разработки комплексных методов исследований качества функционирования петлеобразующих механизмов швейных машин путем моделирования реального рабочего процесса, а подход здесь должен быть системным и комплексным, так как швейная машина, как сложная механическая система, соответствует известным принципам существования системы.

Необходимым условием для обеспечения результативности комплексных исследований и повышения качества функционирования петлеобразующих механизмов швейных машин можно считать:

а) применение обоснованных методов и объективных средств определения и контроля технических параметров петлеобразующих механизмов швейных машин;

б) установление основных параметров, определяющих как техническое состояние петлеобразующих механизмов, так и работоспособность швейной машины в целом;

в) определение области допустимых значений параметров, выход за пределы которых приводит к снижению эффективности и качества функционирования петлеобразующих механизмов;

г) определение критериев допустимого предела снижения эффективности и качества работы петлеобразующих механизмов швейных машин.

Для выполнения указанных выше условий в диссертационной работе применены в качестве комплексного показателя функционирования петлеобразующих механизмов швейных машин челночной строчки диаграммы использования игольной нити, характеризующиеся 12 основными параметрами.

При необходимости оценки снижения эффективности и качества функционирования по отдельным видам отказов, например, отказов из-за повторного захвата петли носиком челнока, или неспособна

игольной нити в период обвода вокруг шпулержателя и др., в качестве основных параметров могут выбираться только отдельные одномерные параметры диаграммы использования игольной нити.

Закономерности изменения основных параметров диаграммы использования игольной нити позволяют определить стратегию поиска для оценки качества функционирования петлеобразующих механизмов и выявить общие закономерности изменения значений регулируемых факторов и качества работы швейной машины в целом.

Комплексные исследования эффективности и качества функционирования швейных машин базируются на кибернетических представлениях об объекте исследования. Принципы построения такой модели соответствуют априорным представлениям об объекте при решении в условиях неполного знания механизма явлений сложных многофакторных задач. Входы (для швейных машин - регулируемые факторы) характеризуют все способы возможного воздействия на объект, а выходы - качество функционирования объекта (критерии оптимизации).

В диссертационной работе показано, что для промышленных швейных машин (97-А, 1022, 876 кл.) связь между регулируемыми факторами и критериями оптимизации, хорошо описывается интерполяционной зависимостью вида

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^K b_i X_i + \sum_{i,j=1}^K X_i X_j b_{i,j} \quad (1)$$

где  $\hat{y}$  - расчетные значения критерия оптимизации,

$b_0, b_i, b_{i,j}$  - расчетные значения коэффициентов регрессии,

$X_i, X_j$  - варьируемые факторы,

$i=1, 2, \dots, K$  - количество варьируемых факторов.

Поиск оптимума сведется к решению системы уравнений

$$\begin{cases} Y_1 = b_0^{(1)} + \sum_1^k b_i^{(1)} X_i + \sum_1^k b_{ij}^{(1)} X_i X_j \\ Y_2 = b_0^{(2)} + \sum_1^k b_i^{(2)} X_i + \sum_1^k b_{ij}^{(2)} X_i X_j \end{cases} \quad (2)$$

где  $Y_1$  и  $Y_2$  - соответственно критерии оптимизации по обрывности и качеству строчки,

$b_0, b_0^{(2)}, b_i, b_i^{(2)}, b_{ij}, b_{ij}^{(2)}$  - расчетные коэффициенты регрессии, соответственно по критерию  $Y_1$  и  $Y_2$ .

В качестве критерия оптимизации  $Y_1$  характеризующего работоспособность швейной машины принимается допустимый уровень обрывности при шитье тканей на участке длиной 25 м., т.е.  $Y_1 \leq 1$ .

Для оценки качества строчки удобно принять в качестве критерия оптимизации  $Y_2$  коэффициент степени затягивания узелков, т.е.

$$Y_2 = \frac{L_{\phi B}}{L_{\phi H}} \quad (3)$$

где  $L_{\phi B}$  и  $L_{\phi H}$  - соответственно фактический расход верхней и нижней нитей.

Решение системы (2) выполняется модифицированным симплекс-методом на ЕС-1035 при следующих ограничениях

$$\begin{aligned} Y_1 &\rightarrow \min \\ a_2 &\leq Y_2 \leq c_2 \end{aligned} \quad (4)$$

где  $a_2$  и  $c_2$  - допустимые значения коэффициента качества.

Одновременно должны выполняться следующие ограничения

$$\begin{cases} \alpha_1 \leq X_1 \leq \beta_1 \\ \alpha_2 \leq X_2 \leq \beta_2 \\ \dots \dots \dots \dots \\ \alpha_k \leq X_k \leq \beta_k \end{cases} \quad (5)$$

где  $\alpha_1, \beta_1, \alpha_k, \beta_k$  - допустимые значения уровней варьирования факторов.

Реализация разработанной методики комплексной оценки эффек-

тивности и качества функционирования петлеобразующих механизмов промышленных швейных машин 97-А, 1022, 876 кл. позволила получить интерполяционные зависимости в виде линейных уравнений (I) и определить оптимум критериев  $Y_1$  и  $Y_2$ , удовлетворяющих условиям (4). Показано, что для промышленных швейных машин 97-А класса, интерполяционные уравнения имеют вид

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= 2,275 + 0,4\psi_k + 0,07\psi_n - 0,0545h_n - 0,6875P + \\
 &\quad + 1,333Q - N - 0,085\psi_w - 0,015\psi_{тр} \\
 Y_2 &= 2,8709 - 0,0218\psi_k - 0,0142\psi_n - 0,02382h_n - \\
 &\quad - 0,29P - 0,3733Q - 0,2133N + 0,068\psi_w - \\
 &\quad - 0,00255\psi_{тр}
 \end{aligned} \quad (6)$$

где:  $\psi_k, \psi_n, \psi_w, \psi_{тр}, h_n$  - соответственно угловые положения челнока, нитепритягивателя, установочного кольца шпулержателя, эксцентрика продвижения материалов, компенсаторной пружины.

$P, Q, N$  - натяжения игольной, челночной нитей и компенсаторной пружины.

Интерполяционные зависимости получены путем проверки гипотезы об адекватности по критерию Фишера и значимости коэффициентов по критерию Стьюдента. Решение системы (6) на ЭЦВМ БС-1035 симплекс-методом при выполнении ограничений на критерии оптимизации  $Y_1 \rightarrow \min; 0,9 \leq Y_2 \leq 1,1$  и на факторы регулирования  $20^\circ \leq \psi_k \leq 30^\circ; 0^\circ \leq \psi_n \leq 10^\circ; 0^\circ \leq h_n \leq 11 \text{ мм}; 1,2H \leq P \leq 1,6H; 0,15H \leq Q \leq 0,45H; 0,15H \leq N \leq 0,5H; 0 \leq \psi_w \leq 10^\circ; 70^\circ \leq \psi_{тр} \leq 110^\circ$ ; позволило получить оптимальную зону регулирования  $\psi_k = 28^\circ; -1,5^\circ \leq \psi_n \leq 5^\circ; h_n = 11 \text{ мм}; 1,5H \leq P \leq 1,6H; 0,36H \leq Q \leq 0,45H; 0,2H \leq N \leq 0,5H; \psi_w = 5^\circ; 115^\circ \leq \psi_{тр} \leq 120^\circ; 220^\circ \leq \psi_{к.л} \leq 225^\circ$ .

Практически, при таких регулировках обрывность -  $Y_1$  иголь-

ной нити  $x/б = 40 + 80$  при шитье бязи, трико костюмное, шелка равна нулю ( $n = 5270$  об/мин) и коэффициент качества -  $U_2 = 1$ . Дальнейшее увеличение скоростного режима ( $n = 5490$  об/мин) приводит к резкому увеличению обрывности ( $U_1 = 1,24$ ). Дальнейшее повышение скоростного режима возможно на базе исследований динамики процесса образования стежка и оптимизации параметров петлеобразующих механизмов.

Для решения этих задач целесообразно представлять процесс образования машинного стежка в целом, например, путем моделирования, используя результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Графическую модель образования стежка с учетом количественных значений факторов, имеющих место в реальном процессе шитья строят (рис.1) путем сопоставления статических диаграмм использования игольной нити  $h(\psi)$  с зарегистрированными кривыми натяжения  $F(\psi)$  нити, втягивания  $S(\psi)$  и параметров движения компенсаторной пружины  $H(\psi)$ . При этом меняющийся запас игольной нити  $h(\psi)$  в рабочей зоне машины (между тормозом и сшиваемым материалом) представлен как

$$h(\psi) = h_n(\psi) + h_c(\psi) \quad (7)$$

где  $h_n(\psi)$  и  $h_c(\psi)$  - соответственно несвязанный с деталями стежкообразующих механизмов и связанный с компенсаторной пружиной запас игольной нити.

$\psi$  - угловая координата положения главного вала.

Представленная на рис.1 диаграмма использования игольной нити  $h(\psi)$  записана при оптимальной взаимной ориентации нитеподатчика, иглы и челнока. Соответствующие этой регулировке кривые  $F(\psi)$ ,  $H(\psi)$ ,  $S(\psi)$  зарегистрированы на участке "нитеподатчик-игла".

В начале цикла (рис.1) до некоторой точки  $a_1$  (диаграмма а)

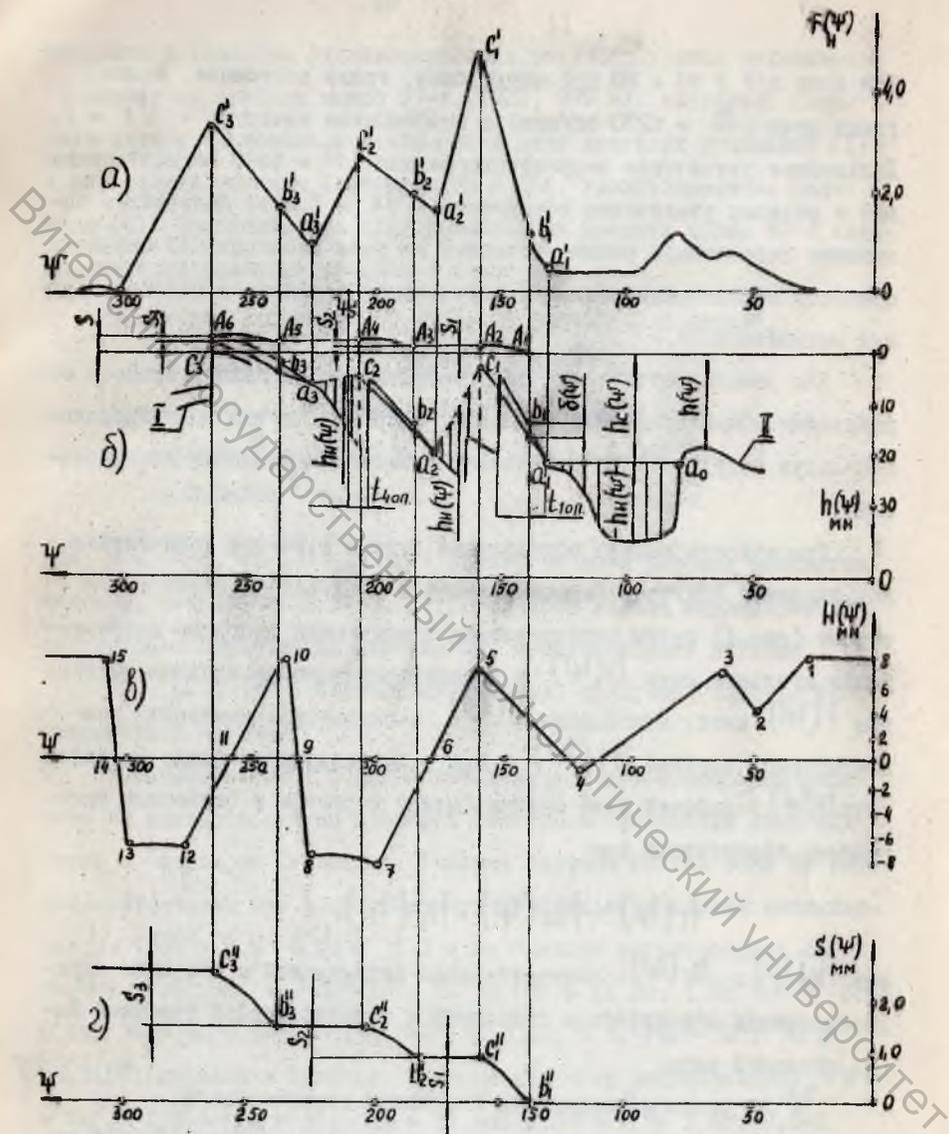


Рис.1 Графическая модель процесса образования стежка с учетом количественных показателей:

а) осциллограмма натяжения игольной нити; б) модель процесса; в), осциллограмма характера движения компенсатора; г) кривые втягивания игольной нити.

натяжение  $F(\psi)$  небольшое и на этом этапе втягивания нити через тормоз регулятора натяжения не наблюдается (диаграмма г) и пружинный компенсатор - неподвижен (диаграмма в). Дальнейший рост натяжения  $F(\psi)$  на участке  $a_1 c_1$  соответствующий этапу обвода петли вокруг нижней части шпуледержателя может быть разделен на два - участок  $a_1 b_1$  и  $b_1 c_1$ . На первом участке  $a_1 b_1$  втягивание игольной нити через тормоз не наблюдается (рис. I - г) и пружинный компенсатор находится у верхнего упора втулки регулятора натяжения и выбирает из рабочей зоны машины максимальное количество  $h_c(\psi)$  игольной нити. Компенсация недостатка игольной нити на этом участке происходит за счет упругих деформаций нити  $\delta(\psi)$ . На втором этапе  $b_1 c_1$  наблюдается втягивание количества  $S_1$  игольной нити через тормоз (рис. I - г), пружинный компенсатор отдает часть связанного запаса  $h_c(\psi)$  с запаздыванием (участок 6 - 7 диаграммы в). Поэтому линия отсчета 0-0 переходит на некоторый другой уровень А-А, определяемый величиной  $S_1$  втянутой нити. Из-за инертности и трения нити сброс петли с нижней части шпуледержателя опаздывает (точка  $c_1$  диаграмма б) по сравнению со статической диаграммой. Об этом свидетельствует резкое уменьшение натяжения на участке  $c_1 a_2$  (диаграмма а). Так как на этом этапе натяжение падает, а втягивание через тормоз (участок  $c_1 b_2$  диаграмма г) не происходит, с определенным приближением можно утверждать о наличии несвязанного запаса  $h_n(\psi)$  в этой зоне, что ограничено (заштрихованная область) линией  $c_1 a_2$  и кривой  $h(\psi)$ . В этот период связанный запас  $h_c(\psi)$  отсутствует, т.к. пружинный компенсатор находится у нижней опоры втулки регулятора натяжения. Проводя аналогичные построения для других этапов процесса образования стежка, получают графическую модель образования стежка в целом.

Используя, рассмотренные выше, принципы графического моделирования можно исследовать влияние регулируемых параметров пружин-

ного компенсатора на качество функционирования петлеобразующих механизмов и наглядно представить особенности динамики процесса образования стежка, выявить основные источники снижения эффективности и определить критерии качественной работы швейной машины в целом. Так, например, используя разработанные модели можно определить условия, необходимые для оптимизации параметров регулятора натяжения игольной нити. Такими условиями являются своевременность отдачи связанного запаса  $h_c(\psi)$  в период обвода петли вокруг нижней части шпуледержателя, при затяжке стежка и своевременность выбирания несвязанного запаса  $h_n(\psi)$  в ситуации повторного захвата. Эти условия приняты за основу при оптимизации параметров пружинного компенсатора и разработки новой структуры петлеобразующих устройств.

Оптимизация параметров компенсатора выполнена двумя способами. По первому способу расчет выполнен на ЭЦМ "Наири-К" по разработанной программе на базе теоретических зависимостей. По второму способу - методом планирования многофакторного эксперимента. В качестве регулируемых факторов выбраны: координата углового положения верхнего упора втулки регулятора натяжения -  $\psi_1$ , координата углового положения нижнего упора -  $\psi_2$ , натяжения компенсаторной пружины -  $\theta$ .

Движение компенсаторной пружины от верхнего упора втулки регулятора до момента соприкосновения с ниткой описывается дифференциальным уравнением

$$J\ddot{\psi}(t) + c[\psi(t) - \theta] = 0 \quad (8)$$

В период движения пружины совместно с истяннутой ниткой до верхнего упора регулятора, дифференциальное уравнение имеет вид

$$J\ddot{\psi}(t) + c[\psi(t) - \theta] = M(t) \quad (9)$$

где  $J$  - момент инерции пружины;

$C$  - жесткость;

$\psi(t), \ddot{\psi}(t)$  - угловая координата и ее вторая производная по времени;

$\theta$  - угол закручивания при  $\psi(t) = 0$ ;

$M(t)$  - момент усилий натяжения нити относительно оси вращения пружины.

Решение дифференциальных уравнений (8) и (9) для периода движения пружины от верхнего упора до момента отрыва ее от нити  $t_1$  и периода движения с натянутой нитью до верхнего упора  $t_4$ , позволяет расчетным путем определить параметры регулятора натяжения. При этом должны выполняться условия  $t_1 \leq t_{1оп}$  и  $t_4 \leq t_{4оп}$ , где  $t_{1оп}$  и  $t_{4оп}$  определяются по графической модели процесса образования стежка.

Продолжительность движения пружины  $t_1$  и  $t_4$ , определенная методом математического планирования, описывается интерполяционными уравнениями

$$\begin{aligned} t_1 &= (0,4285 + 1,41\psi_1 + 1,46\psi_2 + 0,3679\theta) 10^{-4} \\ t_4 &= (1,6949 + 0,26\psi_1 + 0,0633\psi_2 - 0,032\theta) 10^{-4} \end{aligned} \quad (10)$$

Оптимизация параметров  $\psi_1, \psi_2, \theta$ , симплекс-методом на ЭВМ ЕС-1035 выполнялась при следующих ограничениях

$$\begin{aligned} t_1 &\rightarrow \min \\ t_4 &\leq t_{4оп}. \end{aligned}$$

Оптимизация параметров пружинного компенсатора, выполнена на примере швейных машин 97-А, 1022 классов ОЗЛМ. В результате исследований определены угловые координаты расположения верхнего и нижнего упоров втулки регулятора, равный, соответственно 90-97 град. для швейной машины 97-А класса и 100-105 град. для швейной машины 1022 класса.

Анализ разработанных графических моделей показывает, что на

каждом из этапов образования стежка, возникновение экстремальных натяжений  $F(\psi)$  опережает срабатывание пружинного компенсатора, т.е. связанный запас  $hc(\psi)$  подается в рабочую зону машины не своевременно. Это явление объясняется не только инертностью пружинного компенсатора, но и временем распространения упругих деформаций нити. Для увеличения быстродействия компенсаторной пружины необходимо приблизить компенсатор к источнику возникновения натяжения, т.е. располагать его в зоне между нитепритягивателем и иглой. Рассматривая движение компенсатора, установленного на участке "нитепритягиватель-игла" и выполненного в виде пружины растяжения (сжатия) как перемещение сосредоточенного груза массой  $M$ , можно записать дифференциальное уравнение движения пружины

$$\ddot{\psi} + \frac{1}{\delta_{11} J_{пр}} \psi = \frac{D}{2 J_{пр}} F(t) \quad (II)$$

где  $\psi$ ,  $\dot{\psi}$  - соответственно угол поворота концевое сечения пружины и его ускорения;

$\delta_{11}$  - единичное угловое смещение концевое сечения пружины;

$J_{пр}$  - приведенный момент инерции пружины;

$D$  - средний диаметр витка пружины;

$F(t)$  - сила, действующая на пружину вдоль ее оси.

Для решения дифференциального уравнения (II) силу  $F(t)$  представим как функцию независимой переменной  $y = f(x)$ , где  $x$  - абсцисса кривой натяжения игольной нити (рис. I). Такое представление кривой  $F(t)$  возможно, например, на базе гармонического анализа методом наложения. Тогда функция  $F(t)$  может быть выражена как

$$F(t) = A + B \cos(\omega_1 t + \varphi_1) + C \sin(\omega_2 t + \varphi_2) \quad (I2)$$

где  $A = \frac{0,815 D}{J_{пр}}$ ;  $B = -\frac{0,4275 D}{J_{пр}}$ ;  $C = -\frac{0,485 D}{J_{пр}}$ ;

$\omega_1 t = 4,285 X$ ;  $\varphi_1 = \frac{9\pi}{8}$ ;  $\omega_2 t = 6,12 X$ ;  $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$ ;  $\omega^2 = \frac{1}{\delta_{11} J_{пр}}$

Решение дифференциального уравнения (II) имеет вид

$$\psi = \psi_0 + \psi_* \quad (13)$$

где общее решение соответствующего однородного уравнения

$$\psi_0 = E \sin(\omega t + \alpha) \quad (14)$$

а  $\psi_*$  — какое-либо частное решение исходного неоднородного уравнения.

Применительно для кривой натяжения (рис. I) решение дифференциального уравнения (II) принимает вид

$$\psi(t) = \sqrt{K^2 + \frac{L^2 \omega^2 \sin^2(\omega X + \arctg \frac{K\omega}{L})}{J_{np}}} + \frac{0,815 D}{J_{np}} - \frac{0,4875 D}{J_{np}(\omega^2 - \omega_1^2)} \cos(1,285 X + \frac{\pi}{3}) - \frac{0,485 D}{J_{np}(\omega^2 - \omega_2^2)} \sin(6,43 X + \frac{\pi}{2}) \quad (15)$$

где

$$K = \psi_0 - \frac{A}{\omega^2} - \frac{B}{\omega^2 - \omega_1^2} \cos \psi_1 - \frac{C}{\omega^2 - \omega_2^2} \sin \psi_2 \quad (16)$$

$$L = \frac{B \omega_1}{\omega^2 - \omega_1^2} \sin \psi_1 - \frac{C \omega_2}{\omega^2 - \omega_2^2} \cos \psi_2 \quad (17)$$

Решение дифференциального уравнения (II) позволяет определить основные параметры пружины — диаметр проволоки  $d$ , диаметр витка  $D$ , число витков  $N$  — установленной на участке "нитепритягиватель-игла". Как показали теоретические и экспериментальные исследования компенсаторная пружина, установленная на участке "нитепритягиватель-игла" соответствует выполнению основных условий качественной работы петлеобразующих механизмов — своевременность отдачи связанного запаса  $h_c(\omega)$  на каждом этапе образования стежка и своевременность выбирания несвязанного запаса  $h_n(\omega)$  в ситуации повторного захвата.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Библиотека

Институт текстильной промышленности  
ИНВ. № 5/14

I. В целях повышения качества выполнения рабочего процесса быстроходных швейных машин разработана методика комплексного ана-

лиза взаимодействия петлеобразующих механизмов, базирующаяся на концепциях математического планирования многофакторного эксперимента и диаграммах использования игольной нити, что позволяет определить оптимальное техническое состояние швейных машин и численной значение оптимальных факторов регулирования петлеобразующих механизмов.

Показано, что в процессе реализации ортогональной матрицы планирования, применительно к швейным машинам, критерии оптимизации (обрывность и коэффициент затяжки) зависят от факторов регулирования линейно.

2. Установлено, что в качестве комплексного показателя взаимодействия петлеобразующих механизмов швейных машин челночной строчки, удобно применять диаграммы использования игольной нити, характеризующиеся 12 основными параметрами, изменения которых связано с изменением значений входных факторов регулирования.

3. На основе результатов комплексного исследования взаимодействия петлеобразующих механизмов выполнен анализ процесса образования челночной строчки в швейной машине 97-А класса ОЗЛМ с целью определения необходимых условий для снижения обрывности игольной нити.

В результате анализа взаимодействия петлеобразующих механизмов швейных машин челночной строчки установлено, что для обеспечения качественного и стабильного рабочего процесса необходимо учитывать количественные показатели процесса образования челночной строчки такие, как натяжение игольной нити, величины связанного и несвязанного с пружинным компенсатором запасов, координаты углового положения и натяжение компенсационной пружины.

4. Предложены и разработаны графические модели процесса образования челночной строчки с учетом количественных показателей.

позволяющие выявить критерии устойчивости выполняемого рабочего процесса: взаимная ориентация петлеобразующих механизмов, параметры регулятора натяжения игольной нити и компенсаторной пружины.

5. Разработан аналитический метод оптимизации параметров компенсаторной пружины, учитывающий необходимые условия устойчивости выполняемого рабочего процесса: своевременность отдачи связанного с компенсаторной пружиной запаса игольной нити на всех характерных этапах образования челночного стежка и своевременность выбирания избытка игольной нити в ситуации повторного захвата петли челноком.

6. Получена и проанализирована зависимость времени срабатывания компенсаторной пружины от параметров регулятора натяжения игольной нити (угловые координаты верхнего и нижнего упоров) на базе полного факторного эксперимента. Показано, что расположение упоров регулятора натяжения игольной нити серийно выпускаемых машин 97-А и 1022 классов не обеспечивают условий стабильности выполнения рабочего процесса. Для обеспечения стабильности выполнения рабочего процесса угол между упорами должен быть, соответственно 90-97 град. и 100-105 град. для машин 97-А и 1022 классов.

7. Разработана графическая модель процесса образования челночного стежка наиболее полно отвечающая условиям качественного выполнения рабочего процесса: своевременность отдачи связанного с компенсаторной пружиной запаса игольной нити на всех характерных этапах образования стежка и своевременность выбирания избытка нити в ситуации повторного захвата.

8. На базе разработанной графической модели предложено пружинный компенсатор располагать в зоне между нитепротягивателем и иглой, что позволяет снизить натяжение и обрывность игольной нити в  $1,5 \pm 1,7$  раза.

9. Получены и проанализированы теоретические зависимости

закона движения компенсатора, расположенного на участке "нитепритягиватель-игла" от натяжения игольной нити и выполнены расчеты основных параметров компенсатора, изготовленного в виде пружины растяжения. Показано, что расположение компенсатора на участке "нитепритягиватель-игла" обеспечивает выполнение условий стабильности рабочего процесса швейных машин челночной строчки.

Ю. Внедрение методики наладки и регулировки промышленных швейных машин, разработанной конструкции компенсаторного узла на Смоленской трикотажной фабрике, Витебской ордена В.И.Ленина чулочно-трикотажной фабрике им. "ИТМ", Витебской швейной фабрике "Знамя индустриализации", Оршанской опытно-экспериментальной швейной фабрике, заводе "Легмаш" ПО "Промшвеймаш" позволило получить годовой экономический эффект 42,5 тыс. руб. за счет сокращения времени на сборку и регулировку, снижения обрывности игольной нити.

#### ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ

1. Ольшанский В.И. Исследование взаимодействия челнока с иглой в швейной машине. Республиканский межвузовский сборник: "Товароведение и легкая промышленность". Минск, Высшая школа, № 2, 1975.

2. Ольшанский В.И., Клявинь А.Р., Салениекс Н.К. Анализ качества работы быстроходных швейных машин. Тезисы докладов Всесоюзного семинара: "Исследование и проектирование машин и агрегатов легкой промышленности". М., МТИЛП, 1978.

3. Ольшанский В.И., Клявинь А.Р., Салениекс Н.К. Статистический анализ обрывности и качества двухниточной челночной строчки. Изв. вузов "Технология легкой промышленности". №6, 1979.

4. Ольшанский В.И., Клявинь А.Р. Изучение причин снижения эффективности работы швейных машин Ю22 класса по диаграммам использования игольной нити. Межвузовский научно-техн. сб.: "Точность и надежность механических систем". Рига, Рижский политехнический институт, вып.4, 1979

5. Ольшанский В.И., Клявинь А.Р. Динамическая модель процесса образования стежка. Межвузовский научно-техн. сб.: "Точность и надежность механических систем" Рига, Рижский политехнический институт, вып.7, 1981.

6. Ольшанский В.И., Клявинь А.Р., Тереньтеев В.П. Методика наладки промышленных швейных машин. Тезисы докладов Республиканской научно-техн. конференции: "Совершенствование технологии и организации производства на предприятиях бытового обслуживания", Хмельницк, 1981.

7. Ольшанский В.И., Клявинь А.Р. Порядок регулирования промышленных швейных машин 97-А классов ОЗМ. Тезисы докладов Республиканской научно-техн. конференции: "Интенсификация производства и повышение качества продукции на основе всемерного использования достижений научно-технического прогресса", Брест, 1981.

8. Ольшанский В.И. Экспериментальное исследование взаимодействия стежкообразующих механизмов и нити в быстроходных швейных машинах. Межвузовский научно-техн. сб.: "Точность и надежность механических систем", Рига, Рижский политехнический институт, вып.8, 1982.

*В.О.Ош*

Библиотека

Витебского государственного  
 института текстильной и легкой промышленности  
 Инв. № 8/4

Витебский государственный технологический университет

АЖ 10090. Подписано к печати 3.07.84 г. Заказ 35. Тираж 150

Отпечатано на ротарпите Витебского пединститута, г. Витебск,  
Московский пр., 33.