

В этом выражении множитель $(f(x) - Y_1)$ представляет собой величину сжатия материала в направлении y . Соответственно и выражения (2) и (3) примут вид

$$q_x = k(f(x) - Y_1)(f'(x) + \mu);$$

$$q_y = k(f(x) - Y_1)(1 + \mu f'(x)).$$

Тогда выражение для P запишется как

$$P = k \int_{x_0}^{x_{\Phi}} (f(x) - Y_1)(f''(x) + \mu f'(x)) dx.$$

В механической модели рис. 3 принимаем перемещения y_1 и y_2 положительными в направлении сжатия элементов 2 и 4. Перемещения Y_1 и Y_2 элементов 5 принимаем положительными в направлениях, указанных на рисунке.

Определение параметров, входящих в выражение (4), не вызывает каких-либо трудностей, за исключением величины Y , которая зависит от соотношения упругих и пластических свойств прокалываемого материала и формы проникающего тела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джанкезов Х. З. Исследование и расчет исполнительных механизмов с целью создания вязально-прошивной машины для выработки многослойных нетканых полотен. Автореф. канд. дис. М., МТИЛП, 1990.
2. Балясов В. В. Разработка высокоскоростных механизмов привода движковых игл вязально-прошивных машин. Автореф. канд. дис. М., МТИЛП, 1984.
3. Ploch S. Berechnung von Durchstichkräften beim Nähwerkverfahren Malimo Typ Voltex. — Textiltechnik, 1979, № 12, S. 758—764.

Рекомендована кафедрой
проектирования текстильных машин
МТИ

Поступила в редакцию
18 марта 1991 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, 1991, № 4

УДК 687.053.4

ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ ОРГАНЫ ШВЕЙНЫХ МАШИН, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОВЫШЕННОЕ СЦЕПЛЕНИЕ С МАТЕРИАЛОМ

Канд. техн. наук доц. В. А. ГОРОБЕЦ, канд. техн. наук Ю. Ю. ЩЕРБАНЬ,
инж. И. С. СЕЛИВОНЧИК

Киевский технологический институт легкой промышленности

Канд. техн. наук Л. А. КАДЕНАЦИЙ

НПО «Легпроммеханизация» Минлегпрома УССР

Текстильные материалы при сшивании на швейных машинах перемещаются в большинстве случаев транспортирующими органами с зубчатым профилем (рейками, роликами, дисками и др.).

В соответствии с работой [1] усилие транспортирования создается за счет трения материала о поверхность транспортирующего органа и зацепления зубчатого профиля органа за нижний слой материала, введенного в последний при помощи усилия прижимного устройства (лапки). При этом основной является именно вторая составляющая усилия транспортирования, поскольку для обеспечения достаточной величины

внедрения зубьев в ткань их поверхность и особенно вершины обрабатываются с высокой степенью чистоты.

Данному способу транспортирования изначально присущ ряд известных недостатков: прорубание материала зубьями (особенно при перемещении легкоповреждаемых материалов), относительный сдвиг слоев ткани (посадка) вследствие «деформации нижнего слоя материала при вдавливании зубьев рейки» [2] и т. п. В то же время текстильные материалы обладают значительной цепкостью из-за наличия на их поверхностях большого количества элементарных волокон, извитков и др., что обеспечивает сцепление данных материалов с определенными типами поверхностей даже при нулевой нормальной нагрузке [1]. Однако это свойство материалов при перемещении их известными движителями с зубчатым профилем незначительно влияет на величину усилия транспортирования, характеризующегося коэффициентом сцепления. Как показал анализ научной и патентной литературы, имеется ряд разработок транспортирующих органов [3, 4], при помощи которых перемещение материалов осуществляется в основном за счет трения между поверхностью транспортирующего органа и нижним слоем материала. Такой способ транспортирования позволяет устранить вышеперечисленные недостатки, поскольку на рабочих поверхностях предлагаемых транспортирующих органов отсутствует зубчатый профиль. Однако сведения о конкретных конструктивных и технологических параметрах данных рабочих поверхностей в указанных источниках отсутствуют.

Кафедрой машин и аппаратов швейного и обувного производства КТИЛПа совместно с НПО «Легпроммеханизация» Минлегпрома УССР разработан ряд конструкций транспортирующих органов и технология их изготовления, которые характеризуются повышенной сцепляемостью с материалом при его транспортировании (рис. 1). Кроме того, проведены экспериментальные исследования их рациональных параметров и эксплуатационных характеристик, а также сравнение с аналогичными характеристиками известных движителей с зубчатым профилем.



Рис. 1. Конструкции новых транспортирующих рабочих органов

Определяющим признаком предлагаемых транспортирующих органов является то, что основное усилие транспортирования здесь создается за счет взаимодействия микронеровностей рабочей поверхности органов с элементарными волокнами опорной поверхности перемещаемого материала. При их разработке основная задача заключалась в определении формы и высоты этих микронеровностей, обеспечивающих, с одной стороны, надежное сцепление перемещаемых материалов с рабочими органами, а с другой, — отсутствие повреждений на поверхности материала.

В результате ряда пробных экспериментов установлено, что наиболее подходящая в этом отношении микрошероховатая поверхность, полученная методом плазменного напыления. В этом случае расплавленные частицы металла размером от 0,02 до 0,3 мм, деформируясь в процессе напыления, приобретают форму дисков с неровными краями, которые, сплетаясь между собой, образуют поверхность в виде «рыбьей чешуи» [5].

Наиболее просто получить транспортирующие органы, обладающие повышенной сцепляемостью с материалом, путем напыления микрошероховатого слоя на рабочие поверхности существующих зубчатых реек (рис. 1, а). Изменение шероховатости рабочей поверхности транспортирующего органа позволяет существенно увеличить усилие транспорти-

рования при значительном уменьшении прижимного усилия лапки, что в свою очередь создает условия для устранения вышеперечисленных недостатков зубчатых реек.

К преимуществам относится также то, что такой рабочий орган можно получить, используя рейку с изношенным зубчатым профилем, а также возможность неоднократного восстановления рабочей поверхности после изнашивания. Однако, хотя посадка и повреждаемость материалов при транспортировании и уменьшаются по сравнению с обычными зубчатыми рейками, сущность процессов их появления остается прежней. Кроме того, напыление на вершинах зубьев сравнительно быстро повреждается (наклепывается) при непосредственном контакте с лапкой, а заодно происходит и ускоренный износ последней. От этих недостатков свободна конструкция рабочего органа, изображенная на рис. 1, б. Дополнительные рабочие поверхности в виде напыленных участков, располагаясь во впадинах между зубьями, создают достаточное транспортирующее усилие и одновременно не позволяют транспортируемому материалу заполнять пространство между зубьями. В то же время зубья, внедряясь в материал на значительно меньшую величину, хотя и мало влияют на величину усилия транспортирования, зато стабилизируют направление перемещения материалов и предохраняют лапку и напыленные участки от непосредственного контакта, а значит, и от повреждения [6].

При взаимодействии большинства текстильных материалов с напыленной поверхностью создаются значительные усилия сцепления. Поэтому в ряде случаев можно вообще отказаться от зубчатой рабочей поверхности транспортирующего органа (рис. 1, в), особенно при перемещении легких материалов. При всей своей простоте такая конструкция, как показали экспериментальные исследования, обеспечивает качественное транспортирование.

К недостаткам же ее следует отнести несколько большую чувствительность к точности установки рабочего органа относительно линии игольной пластинки, чем у типовой зубчатой рейки. Кроме того, траектории всех точек поверхности транспортирующего органа являются шатунными кривыми различной формы. Поэтому в начале и в конце процесса перемещения нижний слой материалов контактирует только с небольшой частью рабочей поверхности транспортирующего органа, что существенно уменьшает величину усилия сцепления в эти периоды и увеличивает коэффициент рабочего хода органа. Такой недостаток, хоть и в меньшей степени, характерен и для обычных зубчатых реек. Этого можно избежать, если форму рабочей поверхности транспортирующего органа разрабатывать с учетом траекторий каждой ее точки. В первом приближении этого можно достичь, рассчитав траектории крайних и средней точек рабочей поверхности в предположении, что она плоская (рис. 1, в). Разность ординат этих траекторий в моменты выхода средней точки рабочей поверхности органа из-под игольной пластины и опускания под нее определяет положение крайних точек рабочей поверхности относительно средней. Аналогично определяется положение других точек рабочей поверхности транспортирующего органа, в результате чего она приобретает сегментовидную форму (рис. 1, г). Здесь обеспечивается постоянная величина площади контакта поверхности транспортирующего органа с материалом, а значит, и постоянное усилие транспортирования. Недостатки такой рабочей поверхности: сложность проектирования и изготовления и, как в предыдущем случае, повышенная чувствительность к точности установки.

Для сравнительных оценок предложенных транспортирующих органов и типовых зубчатых реек были проведены следующие экспериментальные исследования:

1) определение коэффициента сцепления рабочих органов с транспортируемыми материалами;

2) определение показателей повреждаемости текстильных материалов рабочими органами при транспортировании;

3) сравнительный анализ величины износа рабочих органов.

Исследования проводили на швейной машине челночного стежка 1022 М кл. ПО «Промшвеймаш». В качестве исследуемых рабочих органов служили: ее типовая зубчатая рейка № 3051026603500 и конструкции рабочих органов (рис. 1, а, в), изготовленные на базе этой рейки.

Указанные рабочие органы изготавливали с помощью универсальной плазменной установки УПУ-ЗД при таких режимах: сила тока — 500—600 А, напряжение — 30 В, дистанция напыления — 110—120 мм, расход плазмообразующего газа (аргона) — 2,4 м³/г.

Для всех испытаний в зависимости от величины дисперсии результатов эксперимента готовили необходимое количество образцов рабочих органов с целью обеспечения достаточного количества проводимых опытов в соответствии с методикой [7].

Определение коэффициента сцепления. Для испытания были изготовлены образцы рабочих органов с тремя диапазонами дисперсности напыляемых частиц: 50—63, 63—100, 100—160 мкм. Материал напыления: порошки ПР-Н73Х16СЗРЗ-3 (самофлюсующийся сплав на никелевой основе) и ЭП-109 (отходы электротеплотехнического производства).

Исследования проводили для четырех групп тканей, обладающих различными физико-механическими свойствами (см. таблицу). Величи-

Коэффициент сцепления транспортирующих органов с тканью

Ткань	Зубчатый профиль с напылением			Плоская поверхность с напылением			Зубчатый профиль без напыления
	Дисперсность, мкм						
	50—63	63—100	100—160	50—63	63—100	100—160	
Крепдешин арт. 11022	1,664	2,107	2,218	1,480	1,640	1,740	1,619
Полулен арт. 052262	1,486	1,308	1,109	1,000	1,120	1,280	0,754
Штапель арт. 72110	1,664	1,608	1,664	1,700	1,720	1,840	0,954
Драп мужской арт. 8Н8-9-ТЯ, 36506	1,109	1,486	2,218	0,560	0,540	0,560	1,080

ну коэффициента сцепления определяли по методике [8], с той лишь разницей, что основанием служила рабочая поверхность транспортирующего органа, а прижимным устройством — прижимная лапка. Функциональная схема экспериментальной установки приведена на рис. 2, а. Величина статического нагружения прижимной лапки равнялась 2—4 Н в зависимости от артикула ткани. Материалы протягивали специально сконструированным устройством со скоростью 0,2 м/с. Полученные данные обрабатывали по методике [7]. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Определение показателей повреждаемости текстильных материалов рабочими органами при транспортировании. В соответствии с работой [9] можно выделить ряд основных показателей повреждаемости текстильных материалов, которые зависят от сил трения между элементами ткани и рабочей поверхностью транспортирующего органа. К ним относятся показатели истираемости, осыпаемости и раздвигаемости, которые экспериментально определяли для образцов хлопчатобумажных тканей, относящихся к группам с существенно отличающимися физико-механическими свойствами: бельевой арт. 258 АПАР; костюмной арт. 973471 ММП. Усилие прижатия лапки к исследуемому образцу складывалось из массы прижимного устройства и грузов и составляло 40 Н. Ткань протягивали дополнительным тянущим устройством со скоростью 10 мм/с. Выход зубьев рейки из-под игольной пластины устанавливался равным 1 мм. Показатели истираемости определяли на приборе ДИТ-М

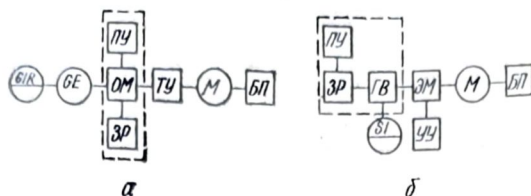


Рис. 2. Функциональная схема установки для определения коэффициента сцепления транспортирующих органов с материалом (а) и их долговечности (б):

GIR — прибор для измерения перемещения регистрирующий, установленный на щите; GE — первичный измерительный преобразователь для измерения перемещения, установленный по месту; М — электродвигатель; БП — блок питания; ТУ — транспортирующее устройство; ОМ — образец материала; ПУ — прижимное устройство; ЗР — зубчатая рейка; СИ — прибор для измерения скорости показывающий, установленный на щите; ГВ — главный вал; ЭМ — электромагнитная муфта; УУ — устройство управления скоростью

по методике [10], осыпаемости — на приборе ПООТ в соответствии с работой [11] и раздвигаемости нитей материалов — на приборе РТ-2 в соответствии с работой [12] *.

Во всех случаях сравнивали три вида образцов: после протягивания по рабочему органу с напылением, без напыления и не подвергавшихся протягиванию.

Проведенные эксперименты не обнаружили различия в показателях осыпаемости и раздвигаемости после протягивания по зубчатому профилю типового рабочего органа и зубчатому профилю с микрошероховатой поверхностью. Показатель истираемости после протягивания по микрошероховатому профилю больше на 3—4 % для бельевых тканей и на 8—9 % для костюмных по сравнению с соответствующим значением для типового зубчатого профиля.

Сравнительный анализ величины износа рабочих органов. В процессе эксперимента определяли линейный износ транспортирующих органов и его интенсивность с типовым и напыленным зубчатым профилем по методике [13].

Сущность эксперимента заключалась в имитации эксплуатационных условий работы транспортирующего органа, но с интенсивной рабочей нагрузкой. При этом для ускорения процесса изнашивания указанная нагрузка, в отличие от нормальных условий, действовала на транспортирующий орган не только при его рабочем ходе, но и на протяжении всего кинематического цикла. Функциональная схема установки приведена на рис. 2, б. Для исследований были взяты типовая зубчатая рейка швейной машины 1022 М кл. ПО «Промшвеймаш» и четыре аналогичные рейки: с покрытиями ЭП-109 (отходы электрометаллургического производства), ЭП-109Д (отходы электрометаллургического производства с дополнительной обработкой), КПИ (опытный порошок КПИ) и ПР-Н73Х16СЗР3-3 (самофлюсующийся сплав на никелевой основе).

Каждый исследуемый образец рейки подвергался воздействию со стороны прижимной лапки на протяжении 300 мин при скорости вращения главного вала машины (1000 ± 20) мин⁻¹. При этом усилие предварительного нагружения лапки составляло 35 Н, величина горизонтального хода рейки — 5 мм. Величину линейного износа измеряли через каждые 60 мин при помощи индикаторного микрометра.

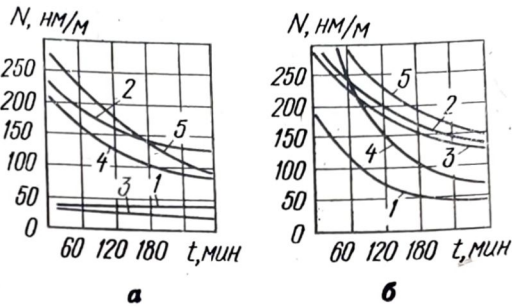
Ввиду эллипсовидной траектории движения рейки и консольного закрепления ее на шатуне механизма транспорта износ рядов зубьев и отдельных зубьев каждого ряда неравномерен. Поэтому для более объективной оценки величину износа и его интенсивность измеряли для средних зубьев правого и левого рядов. Результаты эксперимента обрабатывали по общепринятой методике [7].

По полученным данным построены аппроксимированные кривые зависимости величины интенсивности износа зубьев реек от продолжи-

* В проведении экспериментов принимал участие канд. техн. наук С. П. Савченко

Рис. 3. График зависимости интенсивности износа левого (а) и правого (б) рядов зубьев реек от продолжительности работы машины:

1 — без напыления; 2 — напыление ЭП-109; 3 — КПИ; 4 — ПР-Н73Х16СЗР3-3; 5 — ЭП-109Д



тельности работы машины в отдельности для зубьев правого и левого рядов (рис. 3).

Проведенные исследования, которые следует считать предварительными, позволили сделать некоторые выводы и наметить направления дальнейшей работы. Они показали работоспособность предложенных конструкций транспортирующих органов и целесообразность их применения. Один из важнейших показателей надежности транспортирования — коэффициент сцепления рабочей поверхности органа с перемещаемым материалом у зубчатого профиля с напылением в 1,5—2 раза выше, чем у типовых реек. Применение транспортирующего органа с плоским профилем рекомендуется для легких тканей, где обеспечивается коэффициент сцепления выше, чем у типового зубчатого профиля. При этом показатели повреждаемости ткани типовыми и предложенными рабочими органами отличаются на незначительную величину. Если учесть, что эти показатели определялись при увеличенном в 2—3 раза, по сравнению с рабочим, усилии прижимного устройства, а также то, что ввиду большего коэффициента сцепления при применении транспортирующих органов с напылением это усилие может быть существенно ниже, чем при применении типовых, то можно сделать вывод о несущественности влияния микрошероховатостей рабочей поверхности органа на повреждаемость перемещаемых материалов.

Износостойкость напыленных поверхностей примерно в 2 раза ниже износостойкости основного материала зубчатой рейки, причем состав покрытия на этот показатель влияет незначительно. Однако при этом следует учитывать хорошую ремонтпригодность рассматриваемых конструкций (возможность многократного восстановления рабочей поверхности органа, особенно с плоской поверхностью). Кроме того, влияние износа рабочей поверхности транспортирующего органа на значение коэффициента сцепления, по-видимому, не столь значительно, как в типовых зубчатых рейках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Русаков С. И. Технология машинных стежков и наладка швейных машин. М., Гизлегпром, 1959. 340 с.
2. Червяков Ф. И., Николаенко А. А. Швейные машины. М., Машиностроение, 1976. 416 с.
3. Пат. Швейцарии № 362304.— РЖ «Легкая пром-сть», 1963, № 10.
4. Пат. США № 730567.— РЖ «Легкая пром-сть», 1989, № 1.
5. Болгов И. В. Технология ремонта оборудования предприятий бытового обслуживания населения. М., Легкая и пищевая пром-сть, 1983. 288 с.
6. Устройство для транспортирования ткани на швейной машине / Горобец В. А., Каденаций Л. А., Щербань Ю. Ю. и др. Положительное решение о выдаче автор. свид. по заявке № 4635914/12.
7. Тихомиров В. Б. Планирование и анализ эксперимента. М., Легкая индустрия, 1974. 264 с.
8. А. с. № 1348717 (СССР). Устройство для измерения силы трения / Юрченко Н. Н., Макаров Р. А.— ОИПОТЗ, 1987, № 40.
9. Кукин Г. Н., Соловьев А. Н., Кобляков А. И. Текстильное материаловедение. М., Легпромбытгиздат, 1989. 342 с.
10. Ткани текстильные. Методы определения стойкости к истиранию. ГОСТ 18976—73.

11. Ткани текстильные. Методы определения осыпаемости. ГОСТ 3814—81.
 12. Ткани текстильные. Методы определения раздвигаемости нитей. ГОСТ 22730—77.
 13. Поливанов С. Ю., Прытков В. Г., Сиротников Э. А. Эксплуатационные испытания швейных машин. М., Легкая и пищевая пром-сть, 1984. 136 с.

*Рекомендована кафедрой
 машин и агрегатов швейного
 и обувного производств КТИЛПа*

*Поступила в редакцию
 20 февраля 1991 г.*

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
 ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, 1991, № 4

УДК 621.922:681.5

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВУХФАЗНОЙ ТУРБУЛЕНТНОЙ СТРУИ С ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Инж. В. И. ЮРЧЕНКО, канд. техн. наук В. В. БЕСКОРОВАИНЫИ

Шахтинский технологический институт бытового обслуживания

Канд. физ.-мат. наук Е. С. ЦАПЕЛКИН

Московский технологический институт

Двухфазная турбулентная струя с твердыми частицами используется в качестве рабочего инструмента при струйно-абразивной обработке (САО) деталей во многих отраслях промышленности [1, 2]. В частности, в кожевенно-обувном производстве САО применяется при подготовке поверхности деталей обуви под нанесение различного рода пленок и покрытий (клея, краски, грунта и др.), при изготовлении кож и их отделке [3, 4]. Основной целью САО является удаление некоторого слоя материала с обрабатываемой поверхности и создание на ней микрорельефа с определенной шероховатостью.

К настоящему времени разработана удовлетворительная, но достаточно сложная теоретическая модель двухфазной турбулентной струи с твердыми частицами малого размера (0,1—1,0 мкм) [5, 6]. Попытки математического описания струи с частицами большего размера (50—100 мкм и более) ожидаемого результата, к сожалению, не принесли, поскольку решение системы трех дифференциальных уравнений не позволяет получить данные, адекватные реальному процессу ее истечения [7, 8].

Модель двухфазной турбулентной струи необходима для прогнозирования результатов САО, поскольку струя, как рабочий инструмент в этом технологическом процессе, содержит твердые частицы размером 50—1500 мкм [3, 4]. Причем модель, адекватная реальному процессу истечения струи, позволит рассчитывать характеристики струи и организовывать наиболее эффективный технологический процесс САО. Кроме того, функциональную взаимосвязь характеристик струи с конструктивными параметрами сопел для САО можно будет использовать при инженерном проектировании оборудования. Разработка математической модели такой струи является целью данной статьи.

Теоретические исследования процесса распространения двухфазной турбулентной струи с твердыми частицами затруднены вследствие существенных отличий его от процесса распространения однофазных потоков. К таким отличиям можно отнести и обратное влияние тяжелой примеси на турбулентность, и особенности переноса инерционных частиц по сравнению с газовыми молекулами, и присущая течению такого типа неравновесность (относительное движение фаз), а также наложение на