

УДК 621.941.02-229

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ НИТЕПРОВОДНОЙ ГАРНИТУРЫ РАЗМОТОЧНЫХ И ТРОСТИЛЬНО-КРУТИЛЬНЫХ МАШИН МЕТОДОМ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

канд. техн. наук, доц. А.М. ДОЛГИХ; Н.А. СТАНКЕВИЧ
(Полоцкий государственный университет)

Изучены некоторые характеристики и эксплуатационная стойкость деталей нитепроводной гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин. Рассматривается нитепроводник как один из основных их элементов. Показано, что эта деталь должна обладать высокой износостойкостью и поверхностью с низкой шероховатостью для уменьшения обрывностей нити. Повышенную износостойкость можно получить, применяя специальные сплавы, керамические материалы термической и химико-термической обработкой сплавов на основе железа. Исследованы такие важные для характеристики процесса изнашивания параметры, как абразивная износостойкость и характеристики качества поверхности покрытий. Предложен оптимальный состав для ванадирования и технология нанесения защитных покрытий методом химико-термической обработки. Проведенные производственные испытания подтвердили эффективность нанесения диффузионных ванадированных покрытий.

Ключевые слова: эксплуатационная стойкость деталей, абразивная износостойкость, специальные сплавы, ванадирование.

Введение. В настоящее время к надежности и долговечности деталей нитепроводной гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин предъявляются все более высокие требования. Возникновение в них неисправностей и различных отказов снижает производительность и влечет за собой значительное ухудшение качества вырабатываемой продукции.

Особенностями эксплуатации текстильных машин являются сложные условия их работы: высокие скорости (например, частота вращения веретен достигает 12000 мин^{-1} и более), повышенные динамические воздействия (чесальные, ленточные машины и пр.) и большие удельные нагрузки. Кроме того, большинство нитепроводящих рабочих органов текстильных машин работают в запыленной среде, обладающей явно выраженными абразивными свойствами, при повышенной влажности (например, рабочие органы прядильных и ткацких машин).

Износ нитепроводящих деталей приводит к снижению прочности нитей, оказывает отрицательное влияние на обрывность, вместе с тем нитепроводники из материала с более высокой твердостью сильнее повреждают пряжу, что подтверждается в специальной литературе [1; 2]. Между тем другие способы повышения износостойкости рабочих органов (например, совершенствование формы и конструкции) мало используются, хотя здесь скрыты немалые резервы. Для повышения их износостойкости применяют как конструктивные, так и различные способы поверхностного упрочнения, в частности, анодирование в парогазовой фазе, хромирование, ванадирование, термомагнитная обработка и пр. Традиционный метод повышения износостойкости путем применения более твердых и износостойких материалов или покрытий в настоящее время не всегда рентабелен, так как рабочие органы изготавливаются с алмазным покрытием или из высокотвердых материалов, например, окиси титана. Использование такого метода повышения износостойкости ограничивает его высокая стоимость [3–7].

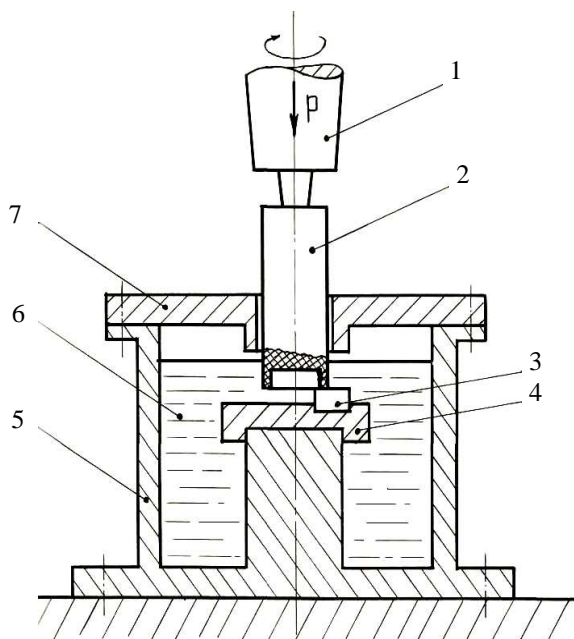
Материалы и методика эксперимента. Анализ микроструктуры и измерение толщины диффузионного слоя проводили на металлографических микроскопах МИМ-8 с увеличением 100...1000 крат на поперечных и косых шлифах. Микротвердость полученных покрытий замеряли на приборе ПМТ-5 при нагрузке 0,49 и 0,98 Н. Шероховатость поверхности образцов до и после насыщения оценивали на профилографе-профилометре модели 201 завода «Калибр» согласно [8].

Испытания на износостойкость при трении скольжения без смазки проводили на машине типа МИ и машине типа Шкоды – Савина. При испытании на машине типа МИ образец $10 \times 10 \times 15 \text{ мм}$ с притертыми торцами, закрепленный неподвижно, изнашивали в паре с контртелом из стали Р18 (наружный диаметр диска 40 мм, толщина 10 мм, твердость 60...62 HRCэ) при скорости скольжения 1 м/с и удельном давлении 1,96 МПа. Износостойкость оценивали по потере массы на единицу рабочей поверхности образца на километр пути трения. Образцы охлаждались от температуры насыщения в контейнерах на воздухе и дополнительной термической обработке не подвергались.

Испытания на абразивное изнашивание при трении о закрепленные абразивные частицы проводили по методике, описанной в [9], на машине трения Х4-Б. Образцы диаметром 5 и высотой 15 мм изнашивали торцевой поверхностью о шлифовальную шкурку бумажную 720-100П1 зернистостью I4А-электрокорунд

нормальный при нагрузке 10 Н·м. Нагрузку принимали из расчета 0,3 кгс на образец диаметром 2,0 мм. Каждый образец изнашивался по новой дорожке. В качестве эталона использовали образцы из закаленной и низкоотпущенной стали У10 с твердостью 60...61 HRCэ. Износостойкость оценивали по потере массы образца. Взвешивание производили на аналитических весах ВЛА-200 ГМ с точностью 0,1 мг.

Износостойкость при трении скольжения в агрессивных средах исследовали на специально сконструированной установке. На рисунке приведена схема испытаний на износ в агрессивных средах. Установка выполнена на основе настольного вертикально-сверлильного станка 2М112. Испытания проводили в контейнере, изготовленном из нержавеющей стали Х25, в агрессивной среде. Образец фиксировался в державке, исследуемая поверхность которого устанавливалась строго в одной плоскости с горизонтальной поверхностью вращения торца контртела.



1 – шпindel; 2 – контртело; 3 – образец; 4 – державка;
5 – контейнер; 6 – агрессивная среда

Рисунок 1. – Схема испытаний на износ в агрессивных средах

Контртело изготовлено из твердого сплава Т15К6 в форме цилиндра с глухим отверстием; крепится при помощи патрона в шпинделе сверлильного станка. Нагрузка P на шпindel передается через ременную передачу вертикального перемещения шпинделя, для чего к барабану вертикального перемещения шпинделя подвешивается груз. В контейнер после установки державки с образцом заливается агрессивная жидкость, контейнер закрывается крышкой, а контртело опускается до соприкосновения с образцом, к барабану подвешивается груз и включается привод станка.

После завершения испытания шпindel станка с закрепленным на нем контртелом поднимается, крышка снимается и производится замер величины износа. Износ замерялся при помощи индикаторного нутромера с индикатором часового типа, установленным на стойке, жестко закрепленной на станине станка. При определении величины износа высокотвердых материалов нуль отсчета фиксировался шупом нутромера при соприкосновении с неизношенной поверхностью образца. Последующим перемещением шупа в канавку износа производился отсчет истинного значения определяемого параметра износа.

В качестве агрессивных сред при испытаниях использовались вода при 20 °С и 25%-ный раствор серной кислоты в воде. Образцы размерами 5×10×15 мм изнашивали при удельном давлении 1,96 МПа и скорости скольжения 2,2 м/с.

Составы смесей, используемых для насыщения образцов, приведены в таблице 1.

Для проведения всех видов сравнительных испытаний на износостойкость выбран следующий режим насыщения:

- температура процесса химико-термической обработки $t = 1100$ °С;
- продолжительность процесса $\tau = 6$ часов.

Данный режим насыщения обеспечивал толщину диффузионных слоев, достаточную для проведения сравнительных испытаний.

Таблица 1. – Исследуемые составы силикотермических смесей

Тип слоя	Состав смеси
Cr (20% Кр1)	98% [30% Al ₂ O ₃ + 70% (20% Кр1 + 80% Cr ₂ O ₃)] + 2% NH ₄ Cl
Cr (20% СК25)	98% [40% Al ₂ O ₃ + 60% (20% СК25 + 80% Cr ₂ O ₃)] + 2% NH ₄ Cl
Cr (25% СК25)	98% [40% Al ₂ O ₃ + 60% (25% СК25 + 75% Cr ₂ O ₃)] + 2% NH ₄ Cl
V (30% СК25)	98% [40% Al ₂ O ₃ + 60% (30% СК25 + 70% V ₂ O ₅)] + 2% NH ₄ Cl
V (35% СК25)	98% [40% Al ₂ O ₃ + 60% (35% СК25 + 65% V ₂ O ₅)] + 2% NH ₄ Cl
Cr + Si (25% Кр1)	98% [30% Al ₂ O ₃ + 70% (25% Кр1 + 75% Cr ₂ O ₃)] + 2% NH ₄ Cl
Cr + Si (30% Кр1)	98% [30% Al ₂ O ₃ + 70% (30% Кр1 + 70% Cr ₂ O ₃)] + 2% NH ₄ Cl
Cr + Si (30% СК25)	98% [40% Al ₂ O ₃ + 60% (30% СК25 + 70% Cr ₂ O ₃)] + 2% NH ₄ Cl
Cr + Ti	98% {40% Al ₂ O ₃ + 60% [30% СК25 + 70% (60% Cr ₂ O ₃ + 40% TiO ₂)]} + 2% NH ₄ Cl
Cr + Zr	98% {30% Al ₂ O ₃ + 70% [25% СК25 + 75% (60% Cr ₂ O ₃ + 40% ZrO ₂)]} + 2% NH ₄ Cl
Cr + V	98% {40% Al ₂ O ₃ + 60% [30% СК25 + 70% (40% Cr ₂ O ₃ + 60% V ₂ O ₅)]} + 2% NH ₄ Cl
Cr + Nb	98% {40% Al ₂ O ₃ + 60% [30% СК25 + 70% (60% Cr ₂ O ₃ + 40% Nb ₂ O ₅)]} + 2% NH ₄ Cl
Cr + Mo	98% {40% Al ₂ O ₃ + 60% [35% СК25 + 65% (60% Cr ₂ O ₃ + 40% MoO ₃)]} + 2% NH ₄ Cl
Cr + W	98% {40% Al ₂ O ₃ + 60% [30% СК25 + 70% (80% Cr ₂ O ₃ + 20% WO ₃)]} + 2% NH ₄ Cl

Основная часть. Для правильного выбора материала нитепроводящего рабочего органа и определения требуемой конструкции необходимо учитывать как вид фрикционного контакта текстильного продукта с поверхностью органа, так и влияние качества поверхности рабочего органа на степень повреждения элементарных волокон, т.е. на прочность нити.

В текстильных машинах можно выделить два вида периодичности контакта нитевидного продукта с рабочими органами: 1) «постоянный» – неподвижный (фиксированный) относительно поверхности детали; 2) «периодический» – непостоянный, перемещающийся относительно поверхности рабочего органа [7].

При взаимодействии нитевидного продукта с рабочим органом возникает давление в контакте. В большинстве текстильных машин встречаются следующие способы создания давления в контакте: 1) путем зажима нитевидного продукта между двумя поверхностями; 2) путем огибания и скольжения нитевидного продукта по криволинейной поверхности; 3) за счет иных сил (например, силы инерции). В предлагаемой классификации каждый способ создания давления в контакте определяет тип рабочего органа.

Стекловолокно обладает большой изнашивающей способностью. Основными причинами снижения работоспособности нитепроводящей гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин при выпуске крученых стеклонитей (в 1...8 сложений) являются: микросколы (заусеницы – незаметный дефект при изготовлении нитепроводников); износ рабочих поверхностей нитепроводящих деталей стекловолокном; интенсивное загрязнение глазков дефектных нитепроводников; образование пуха, непроизвольное попадание которого в пряжу приводит к ухудшению её внешнего вида; повышение обрывности при выпуске стеклонитей; получение сеченых, ворсистых нитей.

На участке между нитепроводником и движущимся по прядильному кольцу бегунком образуется баллонированный участок стекловолокна, который играет важную роль в процессе размотки и кручения. Геометрическая форма нитепроводника, его расположение, состояние поверхности в немалой степени оказывают влияние на баллонированный участок пряжи и процесс прядения. На размоточных и тростильно-крутильных машинах для стекловолокна применяют нитепроводники из проволоки в виде пространственной спирали в 1..1,5 витка, поверхность которых подвергается диффузионному упрочнению, обеспечивая тем самым низкую трудоемкость изготовления, правильную геометрическую форму нитепроводящего участка, высокую чистоту поверхности, удобство заправки нити и т.п.

Для повышения износостойкости рабочих органов текстильных машин используются более износостойкие материалы и покрытия, а также совершенствование конструкции рабочих органов.

Представляется, что традиционный метод повышения износостойкости путем применения более твердых материалов или покрытий в настоящее время близок к исчерпанию, так как рабочие органы машин изготавливают из высокотвердых материалов (например, окиси титана) или с алмазным покрытием. Кроме того, использование данного метода повышения износостойкости ограничивает высокая его стоимость. Следовательно, разработка новых методов повышения износостойкости является актуальной задачей.

Нитепроводник – один из основных элементов прядильных и мотальных машин, размоточно-тростильно-крутильных. Эта деталь должна обладать высокой износостойкостью и иметь поверхность с низкой шероховатостью для уменьшения обрывностей нити. Повышенную износостойкость обеспечи-

вают специальные сплавы и керамические материалы или термическая обработка сплавов на основе железа. Второй путь предпочтительнее ввиду низкой стоимости конструкционной стали с широким спектром возможных методов термообработки.

Одним из признанных методов повышения эксплуатационных характеристик нитепроводников является химико-термическая обработка (ХТО), которая радикальным образом изменяет состав и физико-химические свойства поверхностных слоев деталей, что позволяет значительно повысить их износостойкость. Особый интерес представляет изучение свойств и закономерностей формирования диффузионных слоев, образованных карбидообразующими элементами (процесс ванадирования недостаточно освещен). Процессы диффузионного насыщения с засыпкой деталей насыщающей смесью проводят в контейнерах с плавкими затворами при температуре 1000...1100 °С в течение 6...12 часов.

Сравнительные данные по износостойкости диффузионных слоев приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Сравнительная износостойкость диффузионно-упрочненных сталей У8, У10

Тип слоя	Абразивный износ сталь У8		Сухое трение скольжения сталь У10		Трение скольжения в агрессивных средах сталь У8	
	машина типа Х4-Б		машина типа МИ		износ, мкм	
	потеря массы, мг	ε	потеря массы, мг	ε	вода, 20 °С	25%-ный раствор H ₂ SO ₄ в воде
Cr (20% Cr1)	2,4	7,5	1,6	13,3		
Cr (20% CK25)	1,3	13,5	1,7	12,5	50	78
Cr (25% CK25)	2	9	1,8	11,8		
V (30% CK25)	1,6	11,4	5,2	4,1		
V (35% CK25)	0,7	26,5	0,8	26,5	15	7
Cr + Si (25% Kp1)	–	–	1,9	11,2		
Cr + Si (30% Kp1)	2,7	6,6	1,8	11,8		
Cr + Si (30% Kp25)	2,1	8,6	1,7	12,5		
Cr + Ti	1,5	12,2	1,7	12,5	65	50
Cr + Zr	2,4	7,5	12,1	1,7		
Cr + V	1,4	12,5	1,5	14,1	60	18
Cr + Nb	2,8	6,3	1,5	14,5	115	120
Cr + Mo	1,6	11,25	17,1	1,2		
Cr + W	1,6	11,15	2,2	9,6		
В исходном состоянии*	18,0	1	21,2	1		

* закалка + низкий отпуск.

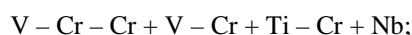
На машине типа МИ наибольшую износостойкость показали ванадированные слои, затем слои типа: Cr + Nb; Cr + V; Cr (20% Kp1); Cr + Si (30% CK25); Cr + Ti; Cr + Si (30% Kp1). В процессе эксплуатации деталей в промышленных условиях они нередко подвергаются одновременному воздействию нескольких разрушающих факторов. Однако в литературе этот вопрос освещен недостаточно.

Для выяснения закономерностей разрушения полученных диффузионных слоев при одновременном воздействии агрессивной среды и трении скольжения были проведены испытания.

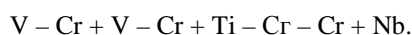
В качестве агрессивных сред выбраны: вода при 20 °С и 25%-ный водный раствор серной кислоты, наиболее часто применяемый в химической промышленности.

Типы слоев по их стойкости в агрессивных средах располагаются в порядке убывания в следующие ряды:

- в воде (при 20 °С)



- в 25%-ном растворе серной кислоты в воде



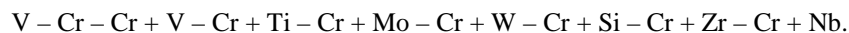
Очевидно, что все разработанные типы диффузионных слоев значительно повышают абразивную износостойкость стали У8.

Максимальной износостойкостью обладают ванадированные и хромированные слои.

Диффузионные слои, образованные при насыщении одновременно двумя элементами (Cr + V; Cr + Ti; Cr + Mo; Cr + W), обеспечивают одинаковую износостойкость; несколько меньшую износостойкость показывают хромосилицированные слои.

Минимальной стойкостью обладают слои типа Cr + Zr и Cr + Nb.

По убывающей стойкости против абразивного изнашивания слои можно расположить в следующий ряд:



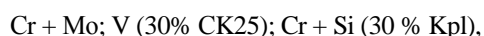
Следует также отметить значительное преимущество ванадированных слоев по сравнению с хромированными.

Шероховатость поверхности деталей после химико-термической обработки является важной характеристикой, показывающей необходимость в проведении дополнительных операций по улучшению качества поверхности.

Шероховатость поверхности до и после химико-термической обработки оценивалась по среднему арифметическому отклонению профиля (Ra).

Лучшими показателями обладают хромированные слои типа Cr (20% СК25) и Cr (25% СК25), класс чистоты которых снижается на несколько разрядов – с 8в у исходной поверхности до 8а у хромированной.

Самые низкие показатели для стали У10 у диффузионных слоев следующего типа:



для стали 08кп слоев типа



Изменение шероховатости поверхности, размеров и массы образцов после химико-термической обработки показано в таблице 3.

Таблица 3. – Изменение шероховатости поверхности, размеров и массы образцов после диффузионного насыщения сталей в силикотермических смесях

Тип слоя	Шероховатость поверхности для стали				Изменение размеров образцов (толщина 5 мм) для стали	
	У10		08кп		У10	08кп
	Ra	класс	Ra	класс		
Cr (20% Кр1)	1,05	7а	0,71	7в	0,07	0,03
Cr (20% СК25)	0,52	8а	0,55	8а	0,08	0,04
Cr (25% СК25)	0,56	8а	0,59	8а	0,08	0,05
V (30% СК25)	1,1	7а	0,63	8а	0,01	0,01
V (35% СК25)	1,0	7а	0,56	8а	0,04	0,01
Cr + Si (25% Кр1)	0,69	7в	0,59	8а	0,12	0,06
С	1,15	7а	2,1	6а	0,06	–
Cr + Ti	1,0	7а	1,1	7а	0,06	0,03
Cr + Zr	0,69	7в	3,4	–	0,04	0,02
Cr + V	0,72	7в	2,2	6а	0,08	0,04
Cr + Nb	0,8	7б	0,44	8б	0,07	0,04
Cr + Mo	1,2	7а	1,3	6в	0,06	0,01
Cr + W	0,71	7в	0,6	8а	0,09	0,05
В исходном состоянии	0,36	8в	0,39	8в	–	–

Анализ изменения размеров образцов после диффузионного насыщения показывает, что прирост размеров образцов стали У10 приблизительно в два раза выше, чем у стали 08кп. Это можно объяснить тем, что на стали У10 формируется карбидный слой, преимущественно растущий наружу за счет встречной диффузии углерода к поверхности образца. Изучение влияния диффузионного насыщения на изменение линейных размеров и качество поверхности важно при упрочнении точных деталей, не подвергающихся дальнейшей механической доводке.

Существенное влияние на эксплуатационные свойства поверхности и выбор вида последующей механической обработки оказывают технологические характеристики диффузионно-упрочненных поверхностей сталей. Изменение шероховатости поверхности, размеров и массы образцов после химико-термической обработки показано в таблице 4.

Практически для всех исследованных типов диффузионных слоев после химико-термической обработки шероховатость поверхности повышается на один класс. Лучшими показателями обладают хромированные слои Cr (20% СК25) и Cr (25% СК25), класс чистоты которых снижается на несколько рядов – с 8в у исходной поверхности до 8а у хромированной. Самые низкие показатели для стали У10 у диффузионных слоев типа; Cr + Mo, V (30% СК25) и Cr + Si (30% Кр1); для стали 08кп – Cr + Zr, Cr + V и Cr + Si (30% Кр1).

Таблица 4. – Относительная износостойкость нитепроводников из различных материалов и с диффузионными ванадированными покрытиями

Наименование материала	Микротвердость HV, ГПа	Износостойкость, время до появления видимых порезов, ч
Латунь Л59 ГОСТ 1652.0-71	1,03	24
Сталь 20 (в исходном состоянии)	1,98	160
Сталь 20 (цементация, закалка, отпуск)	6,21	504
Сталь 20 (гальванический хром)	9,34	2412
Сталь У8 (ванадированная) в смеси состава V (35% СК25)	14,00	8000
Минералокерамика ЦМ 332	16,00	Более 9000

При использовании ванадирования как способа диффузионного упрочнения микротвёрдость больше микротвердости нитепроводников, подвергнутых хромированию, цементации, а также изготовленных из фарфора, стали в исходном (закаленном) состоянии и латуни, но на несколько единиц меньше, чем у нитепроводников из минералокерамики и твердых сплавов (таблица 5).

Таблица 5. – Относительная износостойкость нитепроводников из различных материалов и с нанесенными диффузионными ванадированными покрытиями (при испытаниях на модернизированном оборудовании)

Наименование материала	Микротвердость HV, ГПа	Относительная износостойкость, ч
Латунь Л59 ГОСТ 1652.0-71	1,03	190
Сталь 20 (в исходном состоянии)	1,98	780
Сталь 20 (цементация, закалка, отпуск)	6,21	1810
Сталь 20 (Гальванический хром)	9,34	Более 4000, видимых порезов не обнаружено
Сталь У8 (диффузионное ванадирование в смеси состава V (35% СК25))	14,00	Более 4000, видимых порезов не обнаружено
Минералокерамика ЦМ 332	16,00	Более 4000, видимых порезов не обнаружено

Таким образом, можно сделать вывод, что диффузионное ванадирование больше всего подходит для ХТО нитепроводников размоточно-крутильных машин, что подтвердили проведенные производственные испытания нитепроводников из различных материалов и с нанесенными ванадированными покрытиями, которые проводились на базе ОАО «Полоцк-Стекловолокно» в цехе № 8 на размоточно-крутильных машинах РКС-83 и тростильно-крутильных ТКС-88.

По полученным результатам составлен акт производственных испытаний. Предварительно испытываемое оборудование подверглось модернизации путем установки дополнительных термообработанных штырей, позволяющих уменьшить угол контакта стеклонити и нитепроводника, что в дальнейшем увеличивает пятно контакта отверстия нитепроводника, повышая тем самым его эксплуатационную стой-

кость. При использовании оборудования с дополнительными штырями в месте их контакта со стеклонитью образуются пуховые шишки, при этом стеклонить разрушается на элементарные волокна, что приводит к браку. Для исключения образования пуховых шишек рекомендуется использовать на штыре вращающуюся втулку, которая за счет вращения будет снижать коэффициент трения нити с контактирующей поверхностью.

Другой способ увеличения эксплуатационной стойкости нитепроводников – уменьшение натяжения в зоне контакта стеклонити и нитепроводника за счет снижения скорости выпуска и приема стекловолокна с бобины. Однако это влечет за собой снижение производительности, что недопустимо в условиях производства.

В заключение проведенного исследования можно сделать следующие **выводы**:

1. В настоящее время к надежности и долговечности деталей нитепроводной гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин и создаваемых на их основе комплексов предъявляются все более и более высокие требования. Возникновение в них неисправностей и различных отказов снижает производительность и влечет за собой значительное ухудшение качества вырабатываемой продукции и снижение производительности.

2. Основными причинами снижения работоспособности нитепроводящей гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин при выпуске крученых стеклонитей (в 1...8 сложений) являются: микросколы (заусеницы) – незаметный дефект при изготовлении нитепроводников; износ рабочих поверхностей нитепроводящих деталей стекловолокном; интенсивное загрязнение глазков дефектных нитепроводников высаждением замазливателя и увеличения сил трения на этой поверхности; образование пуха и его непроизвольное попадание в пряжу, вследствие чего происходит ухудшение её внешнего вида; повышение обрывности при выпуске стеклонитей; получение сеченых, ворсистых нитей.

3. Разработаны и широко применяются в практике различные методы повышения эксплуатационной стойкости деталей нитепроводной гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин, основанные либо на повышении качественных, структурных и фазовых характеристик поверхности, либо на внесении конструктивных изменений.

Существуют различные способы повышения эксплуатационной стойкости деталей нитепроводной гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин (газотермическое напыление, наплавка, химико-термическая обработка и др.), которые повышая твердость и коррозионную стойкость, создают на поверхности благоприятные остаточные напряжения сжатия, увеличивают надёжность и долговечность деталей машин. Кроме того, увеличение прочности и сопротивления усталости также достигается созданием соответствующих композиций сплавов и технологии обработки. При сохранении достаточно высокой пластичности, вязкости и трещиностойкости данные методы повышают надёжность и долговечность машин, снижают расход металла на их изготовление.

4. Показано, что одним из наиболее эффективных методов повышения эксплуатационных характеристик поверхности и эксплуатационной стойкости деталей машин является химико-термическая обработка металлов, заключающаяся в нагреве и выдержке металлических (а в ряде случаев и неметаллических) материалов при высоких температурах в химически активных средах (твердых, жидких, газообразных). В подавляющем большинстве случаев химико-термическую обработку проводят с целью обогащения поверхностных слоев изделий определенными элементами. В результате химико-термической обработки формируется диффузионный слой, т.е. изменяется химический и фазовый составы, структура и свойства поверхностных слоев.

5. Проведенные с применением стандартных методик испытания показали, что диффузионные слои, полученные при насыщении в силикотермических смесях, показали высокую износостойкость в условиях сухого трения скольжения, износа в агрессивной среде и абразивного износа. Наилучшими показателями в условиях абразивного износа и сухого трения скольжения (машина типа МИ) обладают ванадированные диффузионные слои, нанесенные на стали У8, У10. Диффузионные слои, образованные при насыщении одновременно двумя элементами: Cr + V, Cr + Ti, Cr + Mo, Cr + W, обеспечивают одинаковую износостойкость, несколько меньшую износостойкость показывают хромосилицированные слои. Минимальной стойкостью обладают слои типа Cr + Zr и Cr + Nb.

6. Показано, что практически для всех типов покрытий, полученных при насыщении в силикотермических смесях, происходит прирост массы образцов. При этом наблюдается некоторое ухудшение качества поверхности образцов, которое зависит от типа диффузионного процесса. Шероховатость поверхности деталей после химико-термической обработки является важной характеристикой, показывающей необходимость в проведении дополнительных операций по улучшению качества поверхности. Наилучшими показателями по этому параметру обладают хромированные покрытия.

Изучение влияния диффузионного насыщения на изменение линейных размеров и качество поверхности важно при упрочнении точных деталей, не подвергающихся дальнейшей механической доводке.

7. Результаты проведенных на базе ОАО «Полоцк-Стекловолокно» (в цехе № 8) производственных испытаний показали эффективность ванадированных диффузионных слоев, нанесенных на нитепроводящую гарнитуру.

Представленные материалы имеют практическое применение. Предложенный оптимальный состав для ванадирования и технология нанесения защитных покрытий методом химико-термической обработки могут быть рекомендованы в качестве процесса, значительно улучшающего эксплуатационные показатели стойкости и надежности деталей нитепроводной гарнитуры размоточных и тростильно-крутильных машин, в частности нитепроводников. Проведенные производственные испытания подтвердили эффективность нанесения диффузионных ванадированных покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Букалов, Г.К. Развитие теории взаимодействия текстильного продукта с нитепроводящими рабочими органами и методов повышения их износостойкости : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.13 / Г.К. Букалов. – Кострома, 2001. – 331 с.
2. Повышение работоспособности нитепроводников машин мокрого кольцевого прядения льна конструктивными и технологическими методами / В.В. Данилов [и др.] // Вестн. Костром. гос. технол. ун-та. – 2005. – № 11.
3. Конструкционные материалы. Справочник / Б.Н. Арзамасов [и др.] ; под ред. Б.Н. Арзамасова. – М. : Машиностроение, 1990. – 688 с.
4. Восстановление деталей машин / Ф.И. Пантелеенко [и др.]. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
5. Теплухин, Г.Н. Материаловедение : учеб. пособие / Г.Н. Теплухин, В.Г. Теплухин, И.В. Теплухина. – СПб. : СПбГУТУРП, 2010. – 169 с.
6. Многокомпонентные диффузионные покрытия / под общ. ред. Л.С. Ляховича. – Минск : Наука и техника, 1974. – 288 с.
7. Ворошнин Л.Г. Теория и технология химико-термической обработки : учеб. пособие. – Минск : Новое знание, 2010. – 304 с.
8. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики : ГОСТ 2789-73. – М. : Изд-во Стандартов, 1978. – 12 с.
9. Металлы. Метод испытания на абразивное изнашивание при трении о закрепленные абразивные частицы : ГОСТ 17367-71. – М. : Гос. комитет стандартов.

Поступила 24.01.2018

INCREASING THE OPERATING RESISTANCE OF PARTS NITEPRODUCTIVE HEADSET OF RIDGE AND TROUSER-TORQUE MACHINES BY METHOD OF CHEMICAL-THERMAL PROCESSING

A. DOLGIKH, N. STANKEVICH

Some characteristics and operational durability of the thread guide components of unwind and reel-twisting machines have been studied. The threader is considered as one of their main elements. It is shown that this part must have a high wear resistance and a surface with a low roughness to reduce the interruptions of the filament. Increased wear resistance can be obtained by applying special alloys, ceramic materials of thermal and chemical-thermal treatment of alloys based on iron. The parameters important for the characterization of the wear process were studied, such as abrasive wear resistance and quality characteristics of the coating surface. The optimal composition for vanadium and the technology of applying protective coatings by the method of chemical-thermal treatment are proposed. The conducted production tests confirmed the efficiency of applying diffusion vanadium coatings.

Keywords: *service life of parts, the abrasive wear-resistance, special alloys, vanadium.*