

**ВЛИЯНИЕ РАСТВОРОВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ПАРЕ ТРЕНИЯ "ТКАНЬ – ТРАНСПОРТИРУЮЩИЙ РОЛИК"***

**THE INFLUENCE OF SURFACTANT SOLUTIONS
ON TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS
IN THE "FABRIC – CONVEYING ROLLER" FRICTION PAIR**

О.В. БЛИНОВ, В.Б. КУЗНЕЦОВ, Е.Н. КАЛИНИН

O.V. BLINOV, V.B. KUZNETSOV, E.N. KALININ

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: oleg_blinov@ro.ru; kuznetsovtex@gmail.com; enkalini@gmail.com

В работе исследовано влияние водных растворов неионогенных поверхностно-активных веществ различной концентрации на изменение триботехнических показателей на примере хлопчатобумажных тканей "Рогожка" и бязь "Стандарт" при их движении по стальным транспортирующим роликам.

Триботехнические показатели исследуемой системы трения определены по изменению потребляемой мощности экспериментальной установки, имитирующей процесс взаимодействия ткани с поверхностью стального транспортирующего ролика, и методами современных IT-технологий в области программно-аппаратных средств, обеспечивающих решение интегрированных вычислительных проектных задач на основе принципов программирования потоков данных в динамике процесса транспортирования ткани через технологические зоны технологической машины с учетом сил трения в рассматриваемой киберфизической производственной системе как базового компонента методологии Индустрии 4.0.

The influence of aqueous solutions of nonionic surfactants of various concentrations on the change in the tribotechnical parameters of cotton fabrics "Gunny" and coarse calico "Standard" moving along steel transport rollers was studied.

The tribotechnical parameters of the friction system under study are determined by the change in the power consumption of the experimental setup simulating the process of interaction between the fabric and the surface of the steel transport roller and the methods of modern IT technologies in the field of software and hardware that provide the solution of integrated computational design problems based on the principles of programming data flows in the dynamics of the process transportation of tissue through the technological zones of the technological machine, taking into account the forces of friction in the considered cyber-physical production system as a basic component of the methodology Industry 4.0.

* Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ по проекту 20-43-370007 р_а_ Ивановская область: «Развитие научных основ прогнозирования функциональных и конструкционных параметров, синтезируемых полимерных волокнистых композитных систем».

Ключевые слова: триботехнические показатели, неионогенные поверхностно-активные вещества, ткань "Рогожка", переплетение, структура ткани, пара трения "ткань-транспортирующий ролик", коэффициент трения.

Keywords: tribotechnical indicators, non-ionic surfactants, "Rogozhka" fabric, harsh, coarse calico fabric "Standard", fabric structure, coefficient of friction of textile material.

Введение.

Триботехнические свойства текстильных материалов оказывают существенное влияние на процесс их обработки при движении по различным видам технологического оборудования, влияя в конечном итоге на качественные показатели готовых тканей.

В результате существенно осложняются возможности математического моделирования данного процесса [1] и, как следствие, перспективы создания эффективных средств автоматизации отделочного оборудования.

При этом на триботехнические показатели тканей оказывают влияние различные факторы, а именно физико-механические характеристики суровых текстильных материалов и виды переплетения [2], [3], а также наличие в рабочих растворах различных текстильных вспомогательных веществ (ПАВ). Среди применяемых текстильных вспомогательных веществ наибольшее распространение имеют поверхностно-активные вещества, имеющие смачивающее, эмульгирующее и диспергирующее действие и влияющие на изменение поверхностного натяжения рабочих растворов [4...6].

Основная часть.

Для оценки влияния растворов ПАВ на изменение коэффициента трения текстильного материала была разработана специальная установка, имитирующая процесс взаимодействия ткани с поверхностью стального транспортирующего ролика. Установка представляет собой вращающийся диск с гладкой поверхностью, с которым контактирует образец ткани, предвари-

тельно выдержанный в растворе поверхностно-активного вещества соответствующей концентрации при комнатной температуре. По изменению потребляемой мощности экспериментальной установки определены триботехнические показатели исследуемой пары трения методами современных IT-технологий в области программно-аппаратных средств, обеспечивающих решение интегрированных задач на основе технологии Программирования потоков данных [7] динамики процесса транспортирования ткани через технологические зоны с учетом сил трения.

В качестве поверхностно-активных веществ были выбраны представители класса неионогенных соединений, имеющих наиболее широкое распространение [8]. Для проведения исследований среди ассортимента имеющихся неионогенных ПАВ были выбраны Стеарокс-6, ОП-7 и ОС-20, имеющие разное химическое строение и обладающие различной эмульгирующей способностью при образовании эмульсий типа "масло в воде".

В табл. 1 (характеристики поверхностно-активных веществ и величина коэффициента трения (μ)) приведены физико-химические показатели ПАВ и полученные экспериментальные результаты по изменению коэффициента трения ткани.

Одной из важнейших характеристик эффективности действия поверхностно-активных веществ является гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ). При этом, чем выше величина ГЛБ, тем легче происходит образование эмульсий типа "масло в воде" при удалении жировосков, присутствующих на хлопчатобумажных тканях.

Таблица 1

ПАВ	Молекулярная масса	ГЛБ	Коэффициент трения μ (усл.ед) при концентрации ПАВ, г/л				
			0	0,5	1,0	1,5	2,0
Стеарокс -6	512	6,8	0,067	0,065	0,074	0,09	0,13
ОП-7	490...542	10,9	0,067	0,067	0,070	0,84	0,12
ОС-20	1150	14,8...17,0	0,067	0,090	0,100	0,11	0,18

В качестве текстильного материала использовали суровые хлопчатобумажные ткани "Рогожка" и бязь "Стандарт", физико-

механические характеристики которых представлены в табл.2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики тканей	Линейная плотность, текс (№), основа / уток	Поверхностная плотность, г/м ²	Число нитей на 10 см		Разрывная нагрузка полоски ткани размером 50×200 мм, кгс не менее	
			основа	уток	основа	уток
Бязь - Стандарт суровая	29 (34)/29 (34)	140	224	220	30	21
Рогожка суровая	29 (34)/50 (20)	164	220	175	37	44

Представленные данные свидетельствуют о том, что ткани имеют значительные отличия по физико-механическим показателям – в первую очередь, по линейной плотности используемой пряжи, а также количеству нитей в основе и утке. Ткани имеют разный размер ячеек, образованных нитями основы и утка, что подтверждается микрофотографиями на рис.1 (микрофотографии структуры ткани: а) "Рогожка"; б) бязь – "Стандарт").

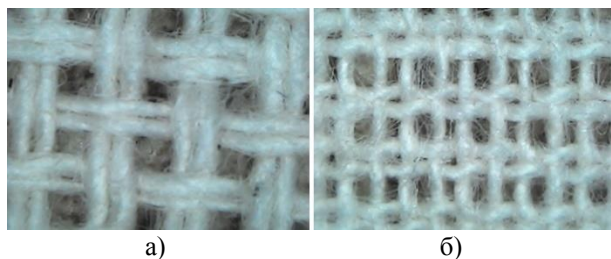


Рис.1

Полученные результаты по триботехническим показателям исследуемых тканей в паре трения "ткань – транспортирующий ролик", представленные на диаграмме рис.2 (коэффициент трения (μ) сухих суровых тканей "Рогожка" и бязь "Стандарт"), свидетельствуют, что для сухой суровой ткани "Рогожка" коэффициент трения практически в три раза выше, чем для суровой бязи "Стандарт".

Это обусловлено видом уточной пряжи, используемой для изготовления ткани

"Рогожка", которая имеет гораздо больший диаметр и более грубую поверхность, чем пряжа, из которой изготавливается бязь "Стандарт".

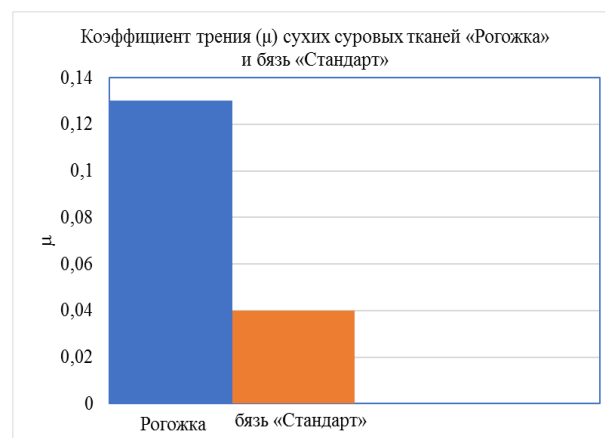


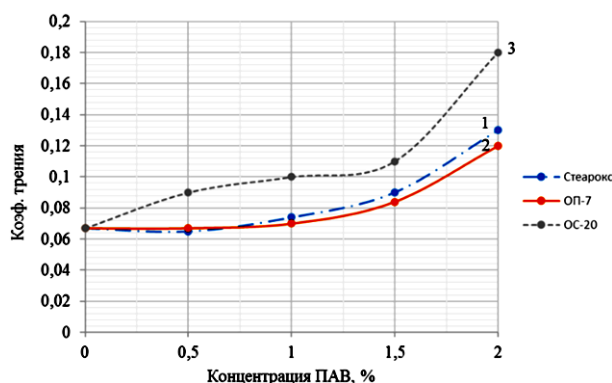
Рис. 2

На рис. 3 представлены графические зависимости влияния концентрации поверхностно-активных веществ на триботехнические свойства ткани "Рогожка" суровая (а) и ткани бязь "Стандарт" суровая (б) (1 – стеарокс–6; 2 – ОП-7; 3 – ОС-20).

Представленные результаты свидетельствуют о значительном изменении величины трения, как у ткани "Рогожка" суровая, так и ткани бязь "Стандарт". Причем это влияние тем больше, чем выше концентрация поверхностно-активного вещества.

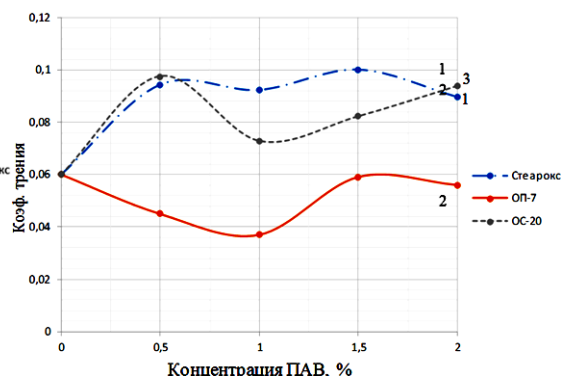
Так, для Стеарокс-6 и ОП-7, у ткани "Рогожка", коэффициент трения ткани при-

мерно одинаков. В случае ОС-20 наблюдается существенное повышение величины



а)

коэффициента трения примерно на 50% при максимальной концентрации ПАВ.



б)

Рис. 3

Следует отметить, что при малых концентрациях ПАВ (0,5 г/л) коэффициент трения ткани "Рогожка" практически не отличается от полученного при использовании воды. При увеличении концентрации ПАВ до 2 г/л коэффициент трения существенно возрастает в случае Стеарокса-6 и ОП-7 примерно в 2 раза, а в случае ОС-20 практически в 3 раза.

Несколько иная картина наблюдается для ткани бязь "Стандарт". Для Стеарокс-6 и ОС-20 происходит рост коэффициента трения примерно в 1,5 раза даже при концентрации 0,5 г/л. При дальнейшем увеличении концентрации Стеарокс-6 наблюдается незначительное колебание коэффициента трения в пределах 10%, снижаясь при концентрации 1,0 г/л и повышаясь на те же 10% при ее увеличении до 1,5 г/л. В случае ОС-20 отмечается резкое падение коэффициента трения примерно в 1,3 раза при повышении концентрации препарата до 1,0 г/л, а затем дальнейший рост практически до уровня, соответствующего концентрации препарата 0,5 г/л. При обработке ткани бязь "Стандарт" водными растворами ОП-7 наблюдается абсолютно противоположная картина. Сначала снижение коэффициента трения до минимума при концентрации препарата 1,0 г/л и затем его повышение до уровня, соответствующего коэффициенту трения для воды без поверхностно-активного вещества.

Вероятно, изменение триботехнических показателей исследованных тканей обусловлено различной способностью поверхностно-активных веществ к эмульгированию жировосков и набуханию волокнистой составляющей, влияющих на коэффициент трения текстильных материалов.

ВЫВОДЫ

Исследовано влияние растворов поверхностно-активных веществ на триботехнические свойства тканей "Рогожка" суровая и бязь "Стандарт" суровая в паре трения "текстильный материал – транспортирующий ролик". Показано, что использование водных растворов неионогенных ПАВ различной природы оказывает существенное влияние на изменение коэффициента трения текстильных материалов в паре трения "ткань– транспортирующий ролик".

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомичев В.Т., Глазунов А.В. Математическое моделирование динамики однороликовой зоны транспортирования ткани с учетом сил трения // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №1. С.119...122.
2. Годлевский В.А., Блинов О.В., Калинин Е.Н., Кузнецов В.Б., Митронов Д.В. Исследование триботехнических свойств текстильных материалов на трибометре ТАУ-1 // Сб. мат. X Всероссийской научн.-практ. конф.: Надежность и долговечность машин и механизмов: Ивановская пожарно-спасательная ака-

демия ГПС МЧС России. – Иваново, 2019. С. 258...262.

3. *Годлевский В.А., Кузнецов В.Б., Блинов О.В., Калинин Е.Н.* Экспресс-метод анализа трибологических свойств текстильной структуры полимерного наполнителя с учетом факторов внешнего воздействия. Физика волоконистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (Smartex). Учредители: Ивановский государственный политехнический университет (Иваново), ISSN: 2413-6514. – 2020, №1. С. 35...40.

4. *Рибиндер П.А.* Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. Избранные труды. – М.: Наука, 1978.

5. *Воюцкий С.С.* Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1976.

6. *Клейтон В.* Эмульсии. Их теория и технические применения. – М.: Иностранная литература, 1950.

7. *Carkci M.* Dataflow and Reactive Programming Systems: A Practical Guide. — CreateSpace Independent Publishing Platform. – 2014. ISBN 9781497422445.

8. *Верников Я.Н., Андросов В.Ф.* Обработка текстильных изделий в водных растворах СМС. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

REFERENCES

1. Fomichev V.T., Glazunov A.V. Mathematical modeling of the dynamics of a single-roller zone of tissue transportation, taking into account friction forces // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* - 2003, No. 1. P.119...122.

2. Godlevsky V.A., Blinov O.V., Kalinin E.N., Kuznetsov V.B., Mitronov D.V. Study of the tribological properties of textile materials on the TAU-1 tribometer // *Sat. mat. X All-Russian scientific-practical. Conf.: Reliability and durability of machines and mechanisms: Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia.* – Ivanovo, 2019. S. 258...262.

3. Godlevsky V.A., Kuznetsov V.B., Blinov O.V., Kalinin E.N. Express method for analyzing the tribological properties of the textile structure of a polymer filler, taking into account external factors. *Physics of fibrous materials: structure, properties, high technologies and materials (Smartex).* Founders: Ivanovo State Polytechnic University (Ivanovo), ISSN: 2413-6514. - 2020, No. 1. pp. 35...40.

4. *Rebinder P.A.* Surface phenomena in disperse systems. *colloidal chemistry. Selected works.* – М.: Nauka, 1978.

5. *Voyutsky S.S.* Course of colloid chemistry. – М.: Chemistry, 1976.

6. *Clayton V.* Emulsions. Their theory and technical applications. - М.: Foreign literature, 1950.

7. *Carkci M.* Dataflow and Reactive Programming Systems: A Practical Guide. — CreateSpace Independent Publishing Platform. – 2014. ISBN 9781497422445.

8. *Vernikov Ya.N., Androsova V.F.* Processing of textile products in aqueous solutions of SMS. – М.: Legprombytizdat, 1986.

Рекомендована кафедрой мехатроники и радиоэлектроники. Поступила 24.02.22.