



Костромской
государственный
университет

ISSN 2587-6147

16+



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

1(39)
2018



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
(до 2016 года «Вестник
Костромского государственного
технологического университета»)

Издается с 1999 года

2018

№ 1(39)

МАРТ

TECHNOLOGIES & QUALITY

SCHOLARLY JOURNAL
(up to 2016, «Bulletin
of the Kostroma State
Technological University»)

Appears since 1999

2018

№ 1(39)

MARCH

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) с 2011 года

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**Главный редактор**

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ РУДОВСКИЙ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

Ответственный редактор

СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА СМИРНОВА
кандидат технических наук, доцент
Костромской государственной университет

ГРИГОРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ БУКАЛОВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ВИКТОР АРКАДЬЕВИЧ ГЛАЗУНОВ
доктор технических наук, доктор философских наук
Институт машиноведения им. А. А. Благонравова
Российской академии наук (Москва)

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЖУКОВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА
кандидат технических наук, доцент
Костромской государственной университет

МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА
доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный университет

промышленных технологий и дизайна
АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН
доктор технических наук, профессор,
Ивановский государственный политехнический университет

СТАНИСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ МИХАЙЛОВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН
доктор технических наук, профессор, Московский
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА СМИРНОВА
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВОЕРОВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ТИТУНИН
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ УГРЮМОВ
доктор технических наук, профессор,
Поволжский государственный технологический университет

(Йошкар-Ола)

EDITORIAL BOARD STAFF:**Editor-in-chief**

PAVEL NIKOLAEVICH RUDOVSKY
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

Executive Secretary

SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA
Candidate of Technical Sciences, Docent
Kostroma State University

GRIGORIY KONSTANTINOVICH BUKALOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

SERGEY ILICH GALANIN
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

VIKTOR ARKADYEVICH GLAZUNOV
Doctor of Technical Sciences, Doctor of Philosophical Sciences,
Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute
of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

VLADIMIR IVANOVICH ZHUKOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

LYUDMILA YURYEVNA KIPRINA
Candidate of Technical Sciences, Docent
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELYOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ZHANNA YURYEVNA KOYTOVA
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint Petersburg State University

of Industrial Technology and Design
ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEKSEY YURYEVICH MATROHIN
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

STANISLAV VASILYEVICH MIKHAYLOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Bauman Moscow State Technical University

NADEZHDA ANATOLEVNA SMIRNOVA
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ANDREY ALEKSANDROVICH TITUNIN
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

SERGEY ALEKSEYEVICH UGRYUMOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Volga State University of Technology

(Yoshkar-Ola)

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
УДК 677.023

Брут-Бруляко Альберт Борисович

доктор технических наук, профессор

Романов Владимир Викторович

кандидат технических наук, доцент

Хомяков Евгений Сергеевич

старший преподаватель

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

abbb1935@mail.ru, wwr52@rambler.ru, hes_math@rambler.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ ПОСЛЕ НАТЯЖНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ СНОВАНИИ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

Приведены результаты анализа натяжения нити после однозонного и двухзонного натяжных приборов. Получена математическая модель для расчета натяжения нити после двухзонного натяжного прибора. Приведены результаты экспериментов по влиянию конструкции натяжного прибора и скорости снования на натяжение льняной пряжи в сновании. Эксперименты проводились на сновальной машине СП-140-2 при скоростном движении нитей с шагом 100 м/мин. Диапазон скоростного режима составлял от 100 до 400 м/мин. Проведенные расчеты натяжения нити при сновании показали, что уровень натяжения после однозонного натяжного прибора в два раза ниже, чем после двухзонного натяжного прибора. Использование двухзонного натяжного прибора НС-1 позволяет снизить неравномерность натяжения льняной пряжи в два раза.

Ключевые слова: натяжение, прибор, снование, модель, скорость, пряжа, лен, машина.

Технологически необходимый уровень натяжения нити при сновании достигается с помощью разного рода натяжных приборов. Равномерность натяжения нитей при сновании является одним из важнейших технологических требований ткачества, так как эта неравномерность затем проявляется на ткацком станке [1–3].

Шайбовый однозонный натяжной прибор долгое время является основным нитенатяжителем для хлопчатобумажной, льняной и шерстяной промышленности. Основные его достоинства: невысокая стоимость, простота обслуживания и надежная работа в процессе снования.

Схема однозонного фарфорового натяжного прибора представлена на рис. 1.

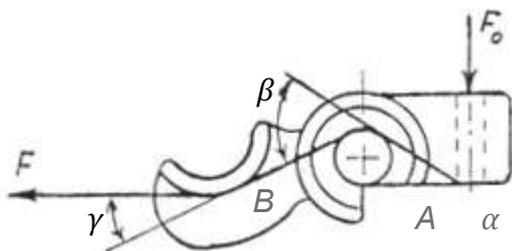


Рис. 1. Однозонный шайбовый натяжной прибор

В работе [4] предложено выражение для определения натяжения F нити после натяжного прибора при условии, что нить нерастяжима и равномерна по диаметру:

$$F = F_0 e^{f(\alpha + \beta + \gamma)} + \frac{1}{2} Q (f + f_1) (e^{f\beta} + 1) e^{f\gamma} \quad (1)$$

или

$$F = F_0 \exp[f(\alpha + \beta + \gamma)] + \frac{1}{2} Q (f + f_1) [\exp(f\beta) + 1] \exp(f\gamma), \quad (2)$$

где F_0 – натяжение нити в вершине баллона, сН;
 f – коэффициент трения нити о фарфор;
 f_1 – коэффициент трения нити о шайбу;
 α, β, γ – углы огибания нитью фарфорового прибора, град;
 Q – суммарный вес шайб, сН.

Проведен расчет натяжения льняной пряжи по формуле (1). Приняты следующие исходные данные из экспериментов:

$$F_0 = 2 \text{ сН}, \alpha = \pi = 3,14 \text{ рад}, \beta = \pi/3 = 1,047 \text{ рад}, \\ \gamma = \pi/9 = 0,349 \text{ рад}; f = 0,2; f_1 = 0,22; Q = 19 \text{ сН}.$$

В результате расчета $F = 14,5$ сН.

В 90-е годы XX века на шпулярниках сновальных машин стали использовать двухзонные натяжные приборы НС-1, разработанные Вязниковским машиностроительным заводом и пред-

назначенные для снования различных пряж. Схема натяжного прибора приведена на рис. 2.

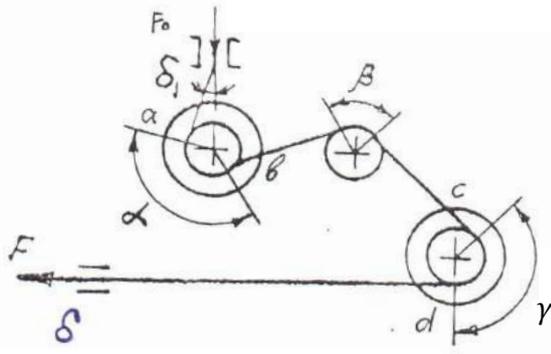


Рис. 2. Схема двухзонного шайбового натяжного прибора НС-1

Для получения математической модели для расчета натяжения нити после натяжного прибора считаем, что натяжение нити в вершине баллона перед глазком натяжного прибора составляет F_0 . При движении нити через входной глазок натяжение ее после прохождения составляет F_1 , а угол перегиба нити в глазке составляет δ_1 . Тогда

$$F_1 = F_0 e^{f\delta_1}, \quad (3)$$

где f — коэффициент трения нити о ситалловый глазок.

Затем нить проходит под тормозными и грузовыми шайбами Q , которые прижимаются к находящейся снизу металлической шайбе. Нить зажимается между шайбами на двух участках a и b , которые назовем контактными точками. После точки a до огибания стояка нить имеет натяжение

$$F_2 = F_1 + 2f_1 \frac{Q}{2} = F_1 + f_1 Q, \quad (4)$$

где f_1 — коэффициент трения нити о металлические шайбы.

После огибания стержня натяжение нити составит

$$F_3 = F_2 e^{f\alpha}, \quad (5)$$

где f — коэффициент трения нити о столбик (материал столбика и глазка одинаковый);

α — угол огибания нитью ситаллового стержня.

Натяжение нити после второго контакта в точке b :

$$F_4 = F_3 + 2f_1 \frac{Q}{2} = F_3 + f_1 Q. \quad (6)$$

После точки b нить огибает ситалловый столбик с углом охвата β :

$$F_5 = F_4 e^{f\beta}. \quad (7)$$

Далее нить проходит контактную точку c второй натяжной зоны, и натяжение составит

$$F_6 = F_5 + 2f_1 \frac{Q}{2} = F_5 + f_1 Q. \quad (8)$$

Считаем, что шайбовая нагрузка в первой и второй натяжных зонах одинаковая, то есть по зонам нагрузка распределена равномерно. После точки c нить опять приходит в соприкосновение со столбиком, и натяжение составит

$$F_7 = F_6 e^{f\gamma}, \quad (9)$$

где γ — угол охвата нитью столбика.

Натяжение нити после четвертой контактной точки d составит

$$F_8 = F_7 + 2f_1 \frac{Q}{2} = F_7 + f_1 Q. \quad (10)$$

Затем нить проходит через направляющий глазок на выходе натяжного прибора, с которым соприкасается, и может перегибаться на угол δ , после чего натяжение составит

$$F_9 = F_8 e^{f\delta}. \quad (11)$$

После подстановки в формулу (11) всех предшествующих выражений получим натяжение нити в развернутой форме после натяжного прибора:

$$F = F_0 e^{f(\alpha+\beta+\gamma+\delta_1+\delta)} + f_1 Q e^{f(\alpha+\beta+\gamma+\delta)} + f_1 Q e^{f(\beta+\gamma+\delta)} + f_1 Q e^{f(\gamma+\delta)} + f_1 Q e^{f\delta} \quad (12)$$

или

$$F = F_0 \exp[f(\delta_1 + \alpha + \beta + \gamma + \delta)] + f_1 Q \exp[f(\alpha + \beta + \gamma + \delta)] + f_1 Q \exp[f(\beta + \gamma + \delta)] + f_1 Q \exp[f(\gamma + \delta)] + f_1 Q \exp(f\delta). \quad (13)$$

Для определения натяжения по формуле (13) зададимся конкретными исходными величинами:

$$F_0 = 2 \text{ сН}; \delta_1 = 10^\circ = 0,055\pi; \\ \alpha = 115^\circ = 0,64\pi \text{ рад}; \beta = 70^\circ = 0,39\pi \text{ рад}; \\ \gamma = 135^\circ = 0,75\pi \text{ рад}; \delta = 0; f = 0,2; f_1 = 0,3; \\ Q = 9 \text{ сН}.$$

Общая нагрузка составила 18 сН в двух зонах.

После расчета получаем натяжение $F = 27,13$ сН.

Сравнительные испытания двух натяжных приборов проведены в Костромском государственном университете на кафедре технологии

и проектирования текстильных тканей с льняной пряжей 33,5 и 50 текс. Скоростной режим снования выбран с учетом рекомендаций справочной литературы на четырех уровнях 100, 200, 300, 400 м/мин [5, 6]. Датчик натяжения устанавливался на стойке шпулярика после натяжного прибора сновальной машины СП-140-2. Запись натяжения производилась на ЭВМ через тензоусилитель «Гумаг», разработанный в Костромском государственном технологическом университете. На ЭВМ фиксировалось 3000 значений натяжения нити, и затем этот массив обрабатывался по специальной программе для получения сводных характеристик выборки.

Зависимость натяжения льняных прядей 33,5 и 50 текс от скорости снования при нагрузке в однозонном натяжном приборе 19 сН и при сматывании нити с бобины диаметром 200 мм приведена в табл. 1.

Величина нагрузки в однозонном приборе взята из опыта работы льнокомбината БКЛМ (г. Кострома). Из результатов, приведенных

в табл. 1, можно отметить, что при увеличении скорости снования в 4 раза натяжение у пряжи 33,5 текс увеличивается в 1,74 раза, среднее квадратическое отклонение увеличивается в 2,73 раза, а коэффициент вариации увеличивается в 1,56 раза. У льняной пряжи 50 текс при увеличении скорости снования в 4 раза натяжение нити увеличивается в 1,43 раза, среднее квадратическое отклонение увеличивается в 1,5 раза и коэффициент вариации увеличивается в 1,05 раза.

Зависимость натяжения нитей от скорости снования аппроксимируется уравнениями прямой линии:

- для пряжи 33,5 текс

$$F = 5,2 + 0,019V; \quad (14)$$

- для пряжи 50 текс

$$F = 10,4 + 0,019V. \quad (15)$$

Относительная ошибка полученных уравнений составляет не более 5 % при доверительной вероятности $P_0 = 0,95$.

Таблица 1

Зависимость натяжения льняных прядей от скорости снования с однозонным прибором

Скорость снования V , м/мин	Льняная пряжа 33,5 текс			Льняная пряжа 50 текс		
	Среднее натяжение нити F_{cp} , сН	Среднее квадратическое отклонение, сН	Коэффициент вариации C , %	Среднее натяжение нити F_{cp} , сН	Среднее квадратическое отклонение, сН	Коэффициент вариации C , %
100	7,7	1,1	14,3	12,9	2,2	17,0
200	8,4	1,2	14,3	13,4	2,2	16,4
300	10,5	1,5	14,3	15,9	2,7	17,0
400	13,4	3,0	22,4	18,4	3,3	17,9

Тензограмма натяжения льняной пряжи 50 текс после фарфорового однозонного натяжного прибора при скорости снования 200 м/мин, нагрузке 19 г и с коэффициентом вариации 16,4 % представлена на рис. 3.

Зависимость натяжения льняных прядей 33,5 и 50 текс от скорости снования при использовании двухзонного натяжного прибора НС-1 и при сматывании нити с бобины диаметром 200 мм приведена в табл. 2. Шайбовая нагрузка в каждой зоне составила 9 г, а общая нагрузка – 18 г.

Из результатов, приведенных в табл. 2, можно сделать вывод о том, что при увеличении скорости снования в 4 раза натяжение льняной пряжи 33,5 текс увеличивается в 1,31 раза, среднее квадратическое отклонение увеличивается в 1,47 раза и коэффициент вариации увеличивается в 1,13 раза. У льняной пряжи 50 текс при увеличении скорости снования в 4 раза натяжение нити увеличивается в 1,32 раза, среднее квадратическое отклонение увеличивается в 1,67 раза и коэффициент вариации увеличивается в 1,32 раза.

В результате аппроксимации значений натяжения пряжи в зависимости от скорости движения получены следующие уравнения:

- для пряжи 33,5 текс

$$F = 18,25 + 0,0216V; \quad (16)$$

- для пряжи 50 текс

$$F = 21,4 + 0,026V. \quad (17)$$

Относительная ошибка полученных уравнений составляет не более 5 % при доверительной вероятности $P_0 = 0,95$.

Тензограмма натяжения льняной пряжи 50 текс после двухзонного натяжного прибора НС-1 при скорости снования 200 м/мин, с общей нагрузкой 18 сН и с коэффициентом вариации 9,5 % представлена на рис. 4.

Среднее натяжение нитей F_{cp} после двухзонного натяжного прибора с общей нагрузкой, примерно равной нагрузке в однозонном натяжном приборе, выше в 2 раза по сравнению с натяжением после однозонного натяжного прибора. Средние квадратические отклонения вели-

чины натяжения при использовании однозонных и двухзонных натяжных приборов примерно одинаковы. Однако коэффициенты вариации

натяжения нити после каждого натяжного прибора разные.

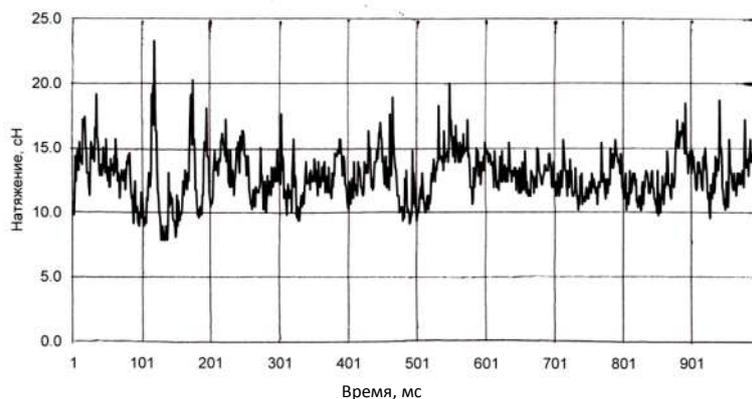


Рис. 3. Тензограмма натяжения льняной пряжи 50 текс после однозонного фарфорового натяжного прибора

Таблица 2

Зависимость натяжения льняных праж от скорости снования с двухзонным натяжным прибором НС-1

Скорость Снования V , м/мин	Льняная пряжа 33,5 текс			Льняная пряжа 50 текс		
	Среднее натяжение F , сН	Среднее квадратическое отклонение, сН	Коэффициент вариации C , %	Среднее натяжение F , сН	Среднее квадратическое отклонение, сН	Коэффициент вариации C , %
100	20,5	1,7	8,3	24,4	1,8	7,4
200	22,3	2,1	9,4	26,2	2,5	9,5
300	25,0	2,3	9,2	28,8	2,8	9,7
400	26,8	2,5	9,4	32,2	3,0	9,8

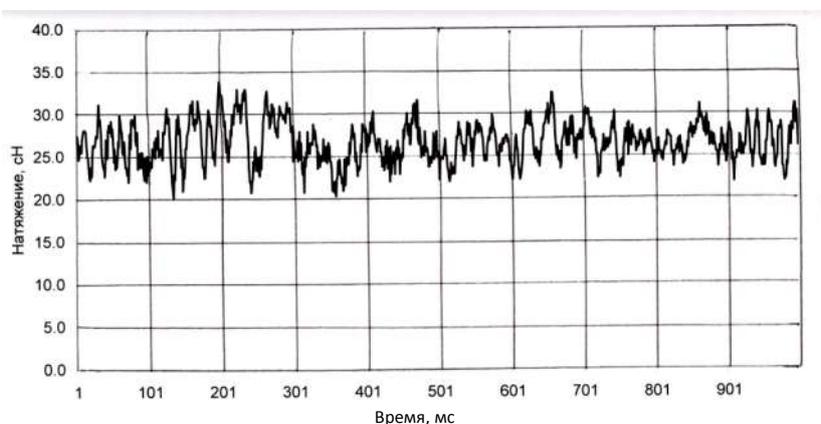


Рис. 4. Тензограмма натяжения льняной пряжи 50 текс после двухзонного натяжного прибора НС-1

Сравнивая работу двух натяжных приборов, следует отметить, что коэффициент вариации для обеих праж после двухзонного натяжного прибора почти в 2 раза ниже, чем после однозонного натяжного прибора. Уменьшению этого показателя способствует наличие двух зон натяжения нити. При использовании двухзонного натяжного прибора неравномерность натяжения при разных скоростях снования находится в диапазоне от 7,4 до 9,8 %. Следовательно,

данный прибор уменьшает неравномерность этого натяжения.

Проведен расчет для двухзонного натяжного прибора при полной схеме заправки нити в нем для получения необходимого уровня натяжения, как и после однозонного натяжного прибора, по следующим исходным данным:

$$\begin{aligned}
 F_0 &= 2 \text{ сН}; \delta_1 = 10^\circ = 0,055\pi \text{ рад}; \\
 \alpha &= 115^\circ = 0,64\pi \text{ рад}; \beta = 70^\circ = 0,39\pi \text{ рад} \\
 \gamma &= 135^\circ = 0,75\pi \text{ рад}; \delta = 0; f = 0,2; f_1 = 0,3; \\
 Q &= 4 \text{ сН}.
 \end{aligned}$$

Общая нагрузка составила 8 сН в двух зонах. В результате расчета получено натяжение $F = 15,76$ сН. Данная величина натяжения незначительно отличается от уровня натяжения после однозонного натяжного прибора.

Кроме подбора величины нагрузки, в двухзонном приборе имеется возможность изменять схему заправки нити по тормозным зонам для подбора необходимой величины натяжения нити.

На основании проведенных исследований сделаны следующие **выводы**:

1) расчеты необходимого натяжения при сновании по аналитическим уравнениям показали, что натяжение после однозонного натяжного прибора в два раза ниже, чем после двухзонного натяжного прибора НС-1;

2) использование двухзонного натяжного прибора НС-1 позволяет снизить неравномерность натяжения льняной пряжи в два раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брут-Бруляко А. Б., Болотный А. П., Ерохова М. Н. Оценка натяжения основных нитей на ткацком станке СТБ // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2011. – № 26. – С. 21–23.
2. Брут-Бруляко А. Б., Болотный А. П. Неравномерность натяжения хлопчатобумажной пряжи на рапирных ткацких станках // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 3. – С. 143–147.
3. Брут-Бруляко А. Б. Совершенствование технологии переработки льняной пряжи : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2009. – 227 с.
4. Ефремов Е. Д. О натяжении нити на сновальной машине С-140 // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1963. – № 1. – С. 96–102.
5. Типовой технологический режим производства льняных, полульняных и смешанных тканей. – М. : ЦНИТЭИлегпром, 1986. – 87 с.
6. Льготкачество : справочник / Р. Д. Дружинина, А. Б. Брут-Бруляко [и др.]. – М. : Легпромиздат, 1988. – 424 с.

REFERENCES

1. Brut-Brulyako A. B., Bolotnyj A. P., Erokhova M. N. Otsenka natyazheniya osnovnykh nitej na tkatskom stanke STB // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2011. – № 26. – S. 21–23.
2. Brut-Brulyako A. B., Bolotnyj A. P. Neravnomernost' natyazheniya khlopchatobumazhnoj pryazhi na rapirnykh tkatskikh stankakh // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2011. – № 3. – S. 143–147.
3. Brut-Brulyako A. B. Sovershenstvovanie tekhnologii pererabotki l'nyanoj pryazhi : monografiya. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2009. – 227 s.
4. Efremov E. D. O natyazhenii niti na snoval'noj mashine S-140 // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 1963. – № 1. – S. 96–102.
5. Tipovoj tekhnologicheskij rezhim proizvodstva l'nyanykh, polul'nyanykh i smeshannykh tkanej. – M. : TSNITEHILEGprom, 1986. – 87 s.
6. L'notkachestvo : spravochnik / R. D. Druzhinina, A. B. Brut-Brulyako [i dr.]. – M. : Legpromizdat, 1988. – 424 s.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

(производство текстильной и легкой промышленности)

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 677.11

Чагина Любовь Леонидовна

доктор технических наук, доцент

Рыжов Евгений Сергеевич

магистрант

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

lyu-chagina@yandex.ru, eugeny.rizhow@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ТЕНТОВ ДЛЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

В статье приводятся результаты построения иерархической структуры свойств материалов для изготовления ходовых тентов для водного транспорта экспертным методом, базирующимся на применении аппарата нечетких множеств. Представлены виды тентовых изделий в зависимости от области использования, дана краткая характеристика материалов, применяемых для их изготовления. Наиболее значимыми свойствами материалов, определяющими качество ходовых тентов для водного транспорта, являются: водопроницаемость, разрывная нагрузка, стойкость к многократному изгибу, светостойкость, изменение линейных размеров, огнестойкость. Полученный перечень из наиболее важных свойств предлагается использовать для формирования комплексного показателя качества.

Ключевые слова: тент, водный транспорт, свойства материалов, экспертная оценка, нечеткие множества, водопроницаемость, разрывная нагрузка, светостойкость.

Тентовые изделия предназначены для защиты различных объектов от воздействия неблагоприятных условий: атмосферных осадков, ветра, солнечных лучей и других. По области использования их можно условно разделить на следующие виды: производственные, общественно-массовые и для укрытия транспорта. Тенты производственного назначения используются на промышленных объектах, в ангарах, складских помещениях, теплицах и других сооружениях. Такие изделия имеют конструкцию, отвечающую требованиям безопасности и функциональному назначению с учетом условий эксплуатации. Тенты общественно-массового назначения востребованы в качестве укрытия спортивных сооружений (теннисных кортов, бассейнов и прочее), агитационных палаток, выставочных павильонов, конструкций для различного рода развлекательных выступлений и сезонных ярмарок. Тенты для транспорта (водного, автомобильного) также предназначены для защиты от неблагоприятных условий. Тенты для лодок и катеров по назначению подразделяются на транспортировочные, ходовые и стояночные. Ходовые используются для защиты во время движения и хранения судна на

воде. Данная категория достаточно разнообразна по конструктивным особенностям, включая варианты от простых накидок до сложных трансформеров, что позволяет использовать данные изделия в нескольких способах установки. Стояночные и транспортировочные необходимы соответственно для хранения лодок и катеров под открытым небом и для их перевозки. Их конструкция определяется назначением изделия, но, как правило, проще ходовых.

Для производства тентов популярным материалом является брезент, преимущество которого – невысокая стоимость. С помощью обработки специальными составами брезентовая ткань приобретает водоотталкивающие, огнестойкие, противогнилостные свойства. Для создания некоторых укрытий используют армированную полиэтиленовую пленку. Все более широкое распространение приобретают синтетические материалы с поливинилхлоридным (ПВХ) покрытием. Для улучшения свойств, помимо ПВХ-пропиток, применяют акриловое, тефлоновое, фунгицидное и другие покрытия. Внутреннее бесцветное полиуретановое покрытие придает ткани водонепроницаемость и ветрозащитные свойства. В структуру некоторых материалов входит армированная нить, повышающая их прочность. На сегодняшний день

© Чагина Л. Л., Рыжов Е. С., 2018.

ассортимент тентовых материалов довольно разнообразен, но их производители в основном – зарубежные страны.

Назначение тента служит для определения перечня наиболее значимых свойств материала, формирующих качество готового изделия. В настоящее время существует нормативная документация на материалы, предназначенные для изготовления тентов для автомобильного транспорта и сельскохозяйственной техники [1], для мягких кузовов грузовых автомобилей и других технических целей [2], а также для облегченных конструкций (павильоны, кафе, торговые палатки и т. д.) [3]. Стандарты, учитывающие специфику требований к тентовым материалам, предназначенным к использованию для водных видов транспорта, на сегодняшний день отсутствуют.

Целью данной работы является установление номенклатуры наиболее значимых свойств материалов для изготовления ходовых тентов для водного транспорта и формирования перечня единичных показателей качества (ЕПК), рекомендуемых для включения в состав комплексного показателя. Проведенный анализ существующих методов установления определяющих свойств текстильных материалов показал, что аналитические методы являются наиболее эффективными при оценке готовой продукции. В этом случае оценка производится относительно эталонных значений, ценового уровня и других критериев [4]. Для прогнозирования качества материалов наиболее распространены экспертные методы [5–10]. С целью повышения объективности экспертного заключения по ранжированию на этапе обработки экспертной информации предлагается использовать аппарат нечетких множеств [11].

В данной работе при формировании предварительного перечня свойств, с целью выявле-

ния наиболее значимых минимально необходимых и достаточных для комплексной оценки в качестве исходной информации использованы данные научно-технической документации и научной литературы с учетом опыта и специфики работы предприятий-производителей рассматриваемых изделий для водного транспорта, а также требований потребителей.

Предварительно сформированный перечень включил 22 свойства. По результатам первого тура экспертной оценки методом априорного ранжирования к дальнейшему исследованию отобрано 11 (табл. 1). Второй тур осуществлялся с применением теории нечетких множеств по методике [11]. Для выявления значимости использована балльная система оценок, при которой наиболее важному свойству присваивалось значение 10, наименее важному – 0. Результаты экспертной оценки приведены в табл. 1.

Согласованность мнений экспертов оценивалась коэффициентом конкордации:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{\frac{1}{12} m^2 (n^2 - n)} = \frac{9632}{11000} = 0,87. \quad (1)$$

Значимость W определена по критерию Пирсона:

$$\chi^2 = Wm(n-1) = 0,87 \cdot 10 \cdot (11-1) = 87. \quad (2)$$

Так как $\chi^2 = 87 > \chi_{табл0,01}^2 = 23,2$, то W значима.

Формализация мнений экспертов в результате выявления количества оценок с определенным баллом (табл. 2) и дальнейший анализ показали, что разброс оценок по единичным показателям составляет 3...5 баллов.

Таблица 1

Матрица рангов свойств материалов

Свойства материалов (ЕПК)	Шифр ЕПК	Шифр эксперта									
		Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э ₄	Э ₅	Э ₆	Э ₇	Э ₈	Э ₉	Э ₁₀
Разрывное удлинение	X ₁	3	2	4	5	4	3	3	4	1	3
Загрязняемость	X ₂	4	3	2	3	2	4	2	3	2	2
Водопроницаемость	X ₃	10	10	9	10	8	10	10	10	10	9
Изменение линейных размеров	X ₄	5	6	6	9	6	5	9	5	5	6
Разрывная нагрузка	X ₅	9	9	8	7	10	7	8	8	9	7
Жесткость	X ₆	2	4	1	2	3	2	5	2	3	4
Светостойкость	X ₇	6	8	10	8	7	6	7	7	8	10
Стойкость к многократному изгибу	X ₈	7	7	7	6	9	9	6	9	6	5
Огнестойкость	X ₉	8	5	5	4	5	8	4	6	7	8
Морозостойкость	X ₁₀	1	1	0	1	0	1	1	1	4	1
Грибостойкость	X ₁₁	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

Таблица 2

Формализация мнений экспертов

Шифр ПК x_i	Сумма баллов S_i	$S_i - \bar{S}$	$(S_i - \bar{S})^2$	Частота встречаемости балла ω_j										
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X ₁	32	-18	324		1	1	4	3	1					
X ₂	27	-23	529			5	3	2						
X ₃	96	46	2116									1	2	7
X ₄	62	12	144						4	4			2	
X ₅	82	32	1024								3	3	3	1
X ₆	30	-20	400		1	4	3	2						
X ₇	77	27	729							2	3	3		2
X ₈	71	21	441						1	3	3		3	
X ₉	60	10	100					2	3	1	1	3		
X ₁₀	11	-39	1521	2	7			1						
X ₁₁	2	-48	2304	8	2									

При построении нечетких множеств принимается, что для пространства рассуждения U и данной функции принадлежности $\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$ нечеткое множество определяется:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\}. \quad (3)$$

Функция принадлежности μ_A количественно определяет принадлежность элементов фундаментального множества пространства рассуждения $x \in U$ нечеткому множеству A , показывая, в какой степени элемент принадлежит нечеткому множеству. Значение 0 говорит о том, что элемент не включен в нечеткое множество, 1 – описывает полностью включенный элемент. Значения между 0 и 1 характеризуют нечетко включенные элементы.

В данном случае значение функции принадлежности (табл. 3) рассчитывается:

$$\mu_{ji}(x_i) = \frac{\omega_{ji}}{\sum_{i=1}^{10} \omega_{ji}}, \quad (4)$$

где ω_{ji} – число появлений j -го балла для каждого показателя качества x_i .

Среднее значение нечеткого множества определяется по формуле

$$M(A) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu_A(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)}. \quad (5)$$

Величины математического ожидания рассматриваемых нечетких множеств приведены в табл. 3.

Принимая весомость свойства материала с максимальным математическим ожиданием за единицу ($\beta_{\max} = 1$), рассчитываются β_i других свойств в результате сравнения каждого нечеткого множества с A_{\max} :

$$\beta_i = S_i = S(A_i, A_{\max}) = \frac{A_i \cap A_{\max}}{A_i \cup A_{\max}} = \frac{\{\min(\mu_i(x), \mu_{\max}(x)|x)\}}{\{\min(\mu_i(x), \mu_{\max}(x)|x)\}}, \quad (6)$$

где S_i – индекс сходства нечетких множеств;

$A_i \cap A_{\max}$ – пересечение нечетких множеств;

$A_i \cup A_{\max}$ – объединение нечетких множеств.

Таблица 3

Результаты ранжирования свойств материалов

Шифр ЕПК	Значение функции принадлежности											M_i	β_i	α_i
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
X ₁		0,1	0,1	0,4	0,3	0,1						3,2	0	0
X ₂			0,5	0,3	0,2							2,7	0	0
X ₃									0,1	0,2	0,7	9,6	1	0,64
X ₄						0,4	0,4			0,2		6,2	0,063	0,04
X ₅								0,3	0,3	0,3	0,1	8,6	0,24	0,15
X ₆		0,1	0,4	0,3	0,2							2,6	0	0
X ₇							0,2	0,3	0,3		0,2	7,7	0,069	0,05
X ₈						0,1	0,3	0,3		0,3		7,1	0,13	0,08
X ₉					0,2	0,3	0,1	0,1	0,3			6,0	0,054	0,04
X ₁₀	0,2	0,7			0,1							1,1	0	0
X ₁₁	0,8	0,2										0,2	0	0

Например, индекс сходства пятого нечеткого множества (A_5) с максимальным ($A_{\max} = A_3$):

$$\beta_5 = \frac{0,18 + 0,29 + 0,110}{0,18 + 0,39 + 0,37 + 0,38 + 0,710} = 0,2. \quad (7)$$

Далее рассчитываются значения коэффициентов весомости рассматриваемых показателей качества:

$$\alpha_i = \frac{\beta_i}{\sum_1^n \beta_i}. \quad (8)$$

Обработка результатов экспертного исследования показала, что наиболее значимыми свойствами материалов, определяющими качество ходовых тентов для водного транспорта (в порядке убывания значимости), являются: водопроницаемость, разрывная нагрузка, стойкость к многократному изгибу, светостойкость, изменение линейных размеров, огнестойкость.

Сформированный ранжированный ряд свойств будет использован для комплексной оценки качества материалов для изготовления тентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 29151–91. Материалы тентовые с поливинилхлоридным покрытием для автотранспорта. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 7 с.
- ГОСТ 27504–87. Ткани полиэфирные тентовые. Технические условия. – М. : Гос. комитет СССР по стандартам, 1988. – 8 с.
- ТУ 8729-009-00300311–2000. Материал тентовый с поливинилхлоридным покрытием для облегченных конструкций. – М., 2001.
- Самсонова М. В., Ефимов В. В. Технология и методы коллективного решения проблем : учеб. пособие. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 152 с.
- Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий : монография / М. А. Лысова, И. А. Ломакина, С. В. Лунькова, Б. Н. Гусев. – Иваново : ИГТА, 2012. – 252 с.
- Чагина Л. Л. Разработка номенклатуры показателей качества льняных трикотажных полотен для верхних изделий // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2009. – № 21. – С. 60–62.
- Чагина Л. Л., Смирнова Н. А. К вопросу определения уровня качества льняных трикотажных изделий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 1(367). – С. 153–157.
- Копарева Е. М., Чагина Л. Л., Рассадина С. П. Использование комплексных показателей для оценки качества льняных трикотажных полотен // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2016. – № 1(36). – С. 32–35.
- Маринкина М. А., Чагина Л. Л. Методика комплексной оценки качества льняных трикотажных полотен для компрессионных изделий // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2015. – № 1(34). – С. 39–43.
- Соловьев А. Н., Кирюхин С. М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 215 с.
- Васильева В. Д., Дербишер Е. В., Дербишер В. Е. Совершенствование метода ранжирования показателей качества текстильных материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 3(308). – С. 15–17.

REFERENCES

- GOST 29151–91. Materialy tentovye s polivinilkhloridnym pokrytiem dlya avtotransporta. – M. : Izd-vo standartov, 1992. – 7 s.
- GOST 27504–87. Tkani poliehfirnye tentovye. Tekhnicheskie usloviya. – M. : Gos. komitet SSSR po standartam, 1988. – 8 s.
- TU 8729-009-00300311–2000. Material tentovyy s polivinilkhloridnym pokrytiem dlya oblegchennykh konstruksij. – M., 2001.
- Samsonova M. V., Efimov V. V. Tekhnologiya i metody kollektivnogo resheniya problem : ucheb. posobie. – Ul'yannovsk : UIGTU, 2003. – 152 s.
- Matematicheskie metody v proektirovanii i otsenivanii kachestva tekstil'nykh materialov i izdelij : monografiya / M. A. Lysova, I. A. Lomakina, S. V. Lun'kova, B. N. Gusev. – Ivanovo : IGTA, 2012. – 252 s.
- Сhagina L. L. Razrabotka nomenklatury pokazatelej kachestva l'nyanykh trikotazhnykh poloten dlya verkhnykh izdelij // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2009. – № 21. – S. 60–62.

7. CHagina L. L., Smirnova N. A. K voprosu opredeleniya urovnya kachestva l'nyanykh trikotazhnykh izdelij // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2017. – № 1(367). – S. 153–157.
8. Kopareva E. M., CHagina L. L., Rassadina S. P. Ispol'zovanie kompleksnykh pokazatelej dlya otsenki kachestva l'nyanykh trikotazhnykh poloten // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2016. – № 1(36). – S. 32–35.
9. Marinkina M. A., CHagina L. L. Metodika kompleksnoj otsenki kachestva l'nyanykh trikotazhnykh poloten dlya kompressionnykh izdelij // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – № 1(34). – S. 39–43.
10. Solov'ev A. N., Kiryukhin S. M. Otsenka i prognozirovanie kachestva tekstil'nykh materialov. – M. : Legkaya i pishhevaya promyshlennost', 1984. – 215 s.
11. Vasil'eva V. D., Derbisher E. V., Derbisher V. E. Sovershenstvovanie metoda ranzhirovaniya pokazatelej kachestva tekstil'nykh materialov // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2008. – № 3(308). – S. 15–17.

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 677.86.5

Рудовский Павел Николаевич

доктор технических наук, профессор

Нехорошкина Мария Сергеевна

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

pavel_rudovsky@mail.ru, nekhoroshkina.ms@yandex.ru

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ И ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РУК

В статье рассматривается проблема создания инструментальных методов контроля качества средств индивидуальной защиты (СИЗ) рук работающего от ударных воздействий в виде рукавиц и перчаток. Установлено, что повышение защитной способности СИЗ сопровождается увеличением сопротивления изгибу напалков, что создает препятствия нормальной манипуляции работающего с предметами труда и инструментом. Предлагаемые в настоящее время методы контроля жесткости СИЗ не учитывают специфики их эксплуатации, так как используют условия нагружения, не соответствующие реальным. В статье предлагается метод испытания образцов в форме напалков, которые подвергаются изгибу, моделирующему изгиб при эксплуатации СИЗ. В качестве единичных показателей качества, позволяющих оценить влияние СИЗ на способность выполнения рабочих приемов, предлагается использовать жесткость при изгибе и рассеяние механической энергии за цикл колебаний. Эти параметры определяются методом затухания свободных колебаний.

Ключевые слова: индивидуальные средства защиты рук, ударные воздействия, напалок, жесткость напалка, метод свободных колебаний, рассеяние энергии за цикл колебаний, показатели качества.

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) рук рабочих в виде рукавиц и перчаток предъявляются противоречивые требования. С одной стороны, они должны обеспечивать надежную защиту от внешнего воздействия, в частности от ударов, с другой – они не должны препятствовать выполнению рабочих приемов, свободному манипулированию с предметами труда и инструментом [1–2]. Вопросы, связанные с оценкой защиты от удара, рассмотрены в научной литературе [3–8].

Нами ранее показано [9], что существующие методы оценки изгибной жесткости тканей и пакетов тканей не позволяют достаточно полно оценить влияние конструкции средств защиты рук на способность выполнять рабочие

приемы. Это связано в первую очередь с тем, что они недостаточно полно моделируют работу средств защиты рук. В предлагаемом методе оценки изгибной жесткости и потерь энергии при изгибе работа образца максимально приближена к условиям работы средств защиты рук. Наиболее чувствительной к изгибу частью рукавиц и перчаток является их напалок. В устройстве для испытаний по предлагаемому методу палец руки моделируется шарниром (рис. 1), образуемым неподвижной цилиндрической деталью 1 и подвижной цилиндрической деталью 2, соединенных осью 3.

На шарнир надевается образец трубчатой формы, по конструкции полностью соответствующий напалку средства защиты рук. На рис. 1в показан образец в деформированном состоянии, соответствующем изгибу пальца. Образец нахо-

дится в сложном напряженно-деформированном состоянии. На участках А, расположенных напротив оси 3, образец изгибается в плоскости ткани. На участке Б он испытывает растяжение

с изгибом, а на участке В – сжатие с изгибом, при котором возможна потеря устойчивости (образование складок).

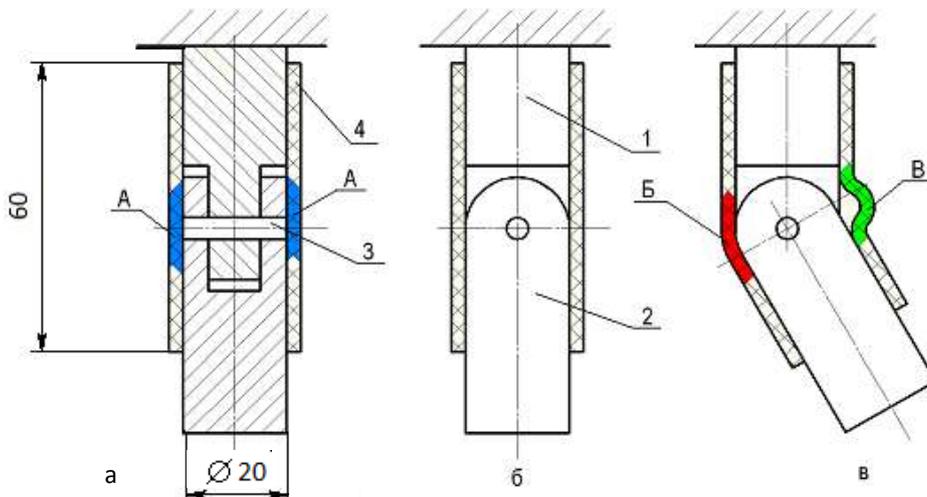


Рис. 1. Схема нагружения образца

Сопrotивление изгибу в рассматриваемом случае состоит из двух компонентов – упругого и вязкого (диссипативного). Для их определения к подвижной части шарнира 2 крепится стержень, в результате чего полученная механическая система представляет собой физический маятник. Динамическая модель устройства для получения первичных данных приведена на рис. 2.

На схеме η_1 характеризует диссипативные свойства шарнира, а c_2 и η_2 – упругие и диссипативные свойства образца.

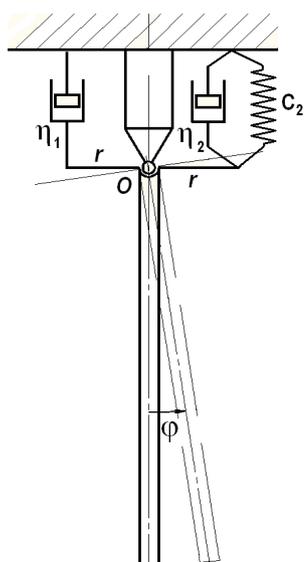


Рис. 2. Динамическая модель устройства для получения первичных данных

При не установленном на устройство образце дифференциальное уравнение движения

маятника с учетом допущения $\sin\phi = \phi$ имеет вид [10]:

$$J_o \ddot{\phi} = -\frac{mgl}{2} \phi - \eta_1 r \dot{\phi}, \tag{1}$$

где J_o – момент инерции стержня относительно оси O; m и l – масса и длина стержня соответственно; r – условный радиус крепления упругих и диссипативных элементов.

Или после деления на J_o :

$$\ddot{\phi} + 2b_1 \dot{\phi} + k_1^2 \phi = 0, \tag{2}$$

где $k_1^2 = \frac{mgl}{2J_o}$, а $2b_1 = \frac{\eta_1 r}{J_o}$. (3)

При установленном образце дифференциальное уравнение движения маятника имеет вид

$$J_o \ddot{\phi} = -\left(\frac{mgl}{2} + c_2 r\right) \phi - (\eta_1 r + \eta_2 r) \dot{\phi}. \tag{4}$$

После деления на J_o и соответствующих преобразований получим

$$\ddot{\phi} + 2b_2 \dot{\phi} + k_2^2 \phi = 0, \tag{5}$$

где $k_2^2 = \frac{mgl}{2J_o} + \frac{c_2 r}{J_o}$, а $2b_2 = \frac{\eta_1 r}{J_o} + \frac{\eta_2 r}{J_o}$. (6)

Уравнения (2) и (5) имеют аналогичный вид решений [10]:

$$\phi = \phi_0 e^{-bt} \sin kt. \tag{7}$$

На основе экспериментально полученного закона движения маятника (7) можно определить параметры k и b , которые характеризуют упругие и диссипативные свойства механической системы. Для расчета этих величин можно использовать следующие формулы [10]:

$$b = \frac{1}{T} \ln \frac{\varphi_n}{\varphi_{n+1}}; \quad k = \frac{2\pi}{T}, \quad (8)$$

где φ_n, φ_{n+1} – следующие друг за другом максимальные отклонения маятника;

T – интервал времени между ними (период колебаний).

Для получения величин, характеризующих упругие и диссипативные свойства образца, эксперимент необходимо провести дважды, один раз с испытываемым образцом, другой раз – без него. Обработка результатов экспериментов по формулам (8) позволит получить величины k_1, k_2 и b_1, b_2 .

Из формул (3) и (6) получим:

$$c_2 = (k_2^2 - k_1^2) \frac{J_o}{r}; \quad \eta_2 = 2(b_2 - b_1) \frac{J_o}{r}. \quad (9)$$

Величину $\frac{J_o}{r}$ определить не представляется возможным. Поэтому в качестве единичного показателя, характеризующего жесткость пробы, используется коэффициент относительной жесткости

$$c_{np} = \frac{(k_2^2 - k_1^2)}{k_1^2}, \quad (10)$$

а в качестве единичного показателя, характеризующего диссипативные свойства пробы, используется коэффициент относительного демпфирования

$$\eta_{np} = \frac{b_2 - b_1}{b_1}. \quad (11)$$

Эти коэффициенты могут быть использованы в качестве единичных показателей для оценки удобства работы в перчатке.

Схема установки для получения первичных данных приведена на рис. 3. Она состоит из стойки 2, закрепленной на неподвижном основании 1. На стойке закреплена неподвижная часть 3 шарнира, с которой посредством оси 5 соединяется подвижная часть 4 шарнира. К последней крепится стержень 6, образующий маятник.

В шарнире установлен реостатный датчик угла взаимного поворота частей 1 и 2. Блок-схема электрической части установки показана на рис. 4.

В качестве датчика угла поворота маятника используется переменный резистор, вклю-

ченный по схеме делителя напряжения. Напряжение, пропорциональное углу поворота, подается на устройство сопряжения с персональным компьютером. В качестве последнего выступает многофункциональное устройство NI 9219 фирмы National Instrument. Оно позволяет оцифровывать аналоговый сигнал, поступающий от датчика угла поворота и передавать его на дальнейшую обработку в среду LabVIEW [11]. В этой среде разработан виртуальный прибор, который обеспечивает тарировку датчика угла поворота и измерения с частотой опроса 100 Гц.

В процессе тарировки производится считывание, усреднение и запись в файл *tarig-3* значений, соответствующих нулевому отклонению маятника.

На следующем этапе маятник отклоняется на известный угол, значение которого предварительно указывается на лицевой панели виртуального прибора в окне «Тарировочное значение», после чего производится считывание, усреднение и запись в файл *tarig-2* показаний, соответствующих указанному отклонению.

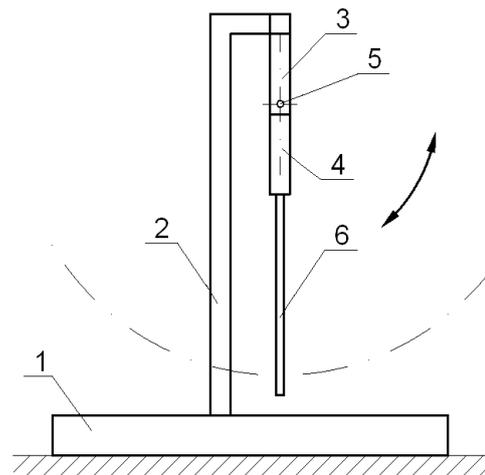


Рис. 3. Схема установки

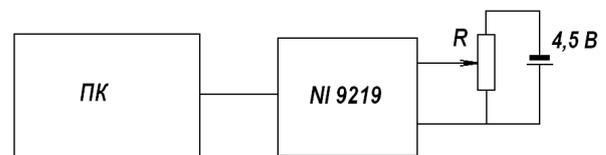


Рис. 4. Блок-схема электрической части установки

В процессе измерений производится опрос датчика положения маятника с частотой 100 Гц в течение 10 с. Корректировка нуля и расчет тарировочного коэффициента производится на основании данных, записанных в файлы *tarig-2* и *tarig-3*. После пересчета результатов измерений в натуральные значения с помощью тарировоч-

ного коэффициента производится усреднение последовательно каждых следующих 10 значений в массиве данных.

Полученный таким образом массив выводится в виде графика на лицевую панель виртуального прибора и записывается в файл, имя которого указывается на лицевой панели.

График используется только для визуального контроля процесса измерения. Для получения коэффициентов относительной жесткости и относительного демпфирования по формулам (10) и (11) используются данные из файла.

Выводы

1. В качестве единичных показателей качества, характеризующих влияние СИЗ рук на способность выполнения рабочих приемов, предложено использовать жесткость напалка при изгибе и рассеяние механической энергии за цикл колебаний.

2. Показано, что предложенные показатели можно определить экспериментально, используя метод свободных колебаний маятника, в состав которого входит исследуемый образец.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нехорошкина М. С. Разработка методов оценки и прогнозирования защитных свойств тканей для спецодежды от ударов : дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2015. – 177 с.
2. Рудовский П. Н., Нехорошкина М. С. Оценка способности тканей защищать от ударов : монография. – Saarbrücken : LAP Lambert, 2015. – 92 с.
3. Рудовский П. Н., Нехорошкина М. С., Палочкин С. В. Теоретический анализ рассеяния энергии при сжатии ткани // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 5. – С. 236–252.
4. Рудовский П. Н., Букалов Г. К. Расчет потерь энергии на изменение формы ткани, находящейся в контакте двух тел // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 1(337). – С. 145–149.
5. Нехорошкина М. С., Рудовский П. Н. Исследование поглощения энергии при изменении формы ткани в процессе внедрения инородного тела // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 1(343). – С. 165–167.
6. Обоснование формы индентора при экспериментальном исследовании способности ткани предохранять от удара / М. С. Нехорошкина, П. Н. Рудовский, Г. К. Букалов, Е. В. Кривошеина // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 5(353). – С. 18–22.
7. Нехорошкина М. С., Рудовский П. Н. Методика определения доли энергии удара, поглощенной тканью или пакетом ткани // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 1(355). – С. 53–56.
8. Рудовский П. Н., Нехорошкина М. С. Разработка комплексного показателя для оценки средств защиты рук от ударов малой интенсивности // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 5(358). – С. 35–40.
9. Нехорошкина М. С., Рудовский П. Н. Разработка метода оценки сопротивления изгибу конструктивных элементов рабочих рукавиц и перчаток // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2014. – № 2(33). – С. 52–54.
10. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. – М. : Высшая школа, 1986. – 416 с.
11. Суранов А. Я. LabVIEW 8.20 : справочник по функциям. – М. : ДМК Пресс, 2007. – 536 с.

REFERENCES

1. Nekhoroshkina M. S. Razrabotka metodov otsenki i prognozirovaniya zashhitnykh svojstv tkanej dlya spetsodezhdy ot udarov : dis. ... kand. tekhn. nauk. – Kostroma, 2015. – 177 s.
2. Rudovskij P. N., Nekhoroshkina M. S. Otsenka sposobnosti tkanej zashhishhat' ot udarov : monografiya. – Saarbrücken : LAP Lambert, 2015. – 92 s.
3. Rudovskij P. N., Nekhoroshkina M. S., Palochkin S. V. Teoreticheskij analiz rasseyaniya ehnergii pri szhatii tkani // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2017. – № 5. – S. 236–252.
4. Rudovskij P. N., Bukalov G. K. Raschet poter' ehnergii na izmenenie formy tkani, nakhodyashhejsya v kontakte dvukh tel // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2012. – № 1(337). – S. 145–149.
5. Nekhoroshkina M. S., Rudovskij P. N. Issledovanie pogloshheniya ehnergii pri izmenenii formy tkani v protsesse vnedreniya inorodnogo tela // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013. – № 1(343). – S. 165–167.
6. Obosnovanie formy indentora pri ehksperimental'nom issledovanii sposobnosti tkani predokhranyat' ot udara / M. S. Nekhoroshkina, P. N. Rudovskij, G. K. Bukalov, E. V. Krivosheina // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2014. – № 5(353). – S. 18–22.

7. Nekhoroshkina M. S., Rudovskij P. N. Metodika opredeleniya doli ehnergii udara, pogloshhennoj tkan'yu ili paketom tkani // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015. – № 1(355). – S. 53–56.
8. Rudovskij P. N., Nekhoroshkina M. S. Razrabotka kompleksnogo pokazatelya dlya otsenki sredstv zashhity ruk ot udarov maloj intensivnosti // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015. – № 5(358). – S. 35–40.
9. Nekhoroshkina M. S., Rudovskij P. N. Razrabotka metoda otsenki soprotivleniya izgibu konstruktivnykh ehlementov rabochikh rukavits i perchatok // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. – № 2(33). – S. 52–54.
10. Targ S. M. Kratkij kurs teoreticheskoy mekhaniki. – M. : Vysshaya shkola, 1986. – 416 s.
11. Suranov A. YA. LabVIEW 8.20 : spravochnik po funktsiyam. – M. : DMK Press, 2007. – 536 s.

ДИЗАЙН

17.00.06 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭСТЕТИКА И ДИЗАЙН

УДК 669.1; 535.6; 745.5:673.1

Галанин Сергей Ильич

доктор технических наук, профессор

Ляпина Анастасия Сергеевна

магистрант

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

sgalanin@mail.ru, lasgirlu@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ДЛЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ И БИЖУТЕРИИ

Исследованы колористические характеристики полированной и матированной поверхности ряда цветных сплавов, вставок и эмалей, используемых при изготовлении ювелирных изделий и бижутерии. Для измерения цвета использовалась удобная и распространенная цветовая модель RGB. Исследования проводились при теплом белом, естественно белом и холодном белом освещении. Показано сближение характеристик RGB поверхностей ряда сплавов при некоторых параметрах освещения. Исследовано влияние композиций различных сплавов и ювелирных вставок на локальный цвет изделия. Показано, что при подборе цветных вставок к конкретному ювелирному изделию необходим анализ контраста между металлом и вставкой и учет соотношения их видимых площадей поверхности, при которых колористически начинает доминировать металл или вставка. На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по проектированию ювелирных изделий и бижутерии с учетом колористического сочетания исследованных цветных сплавов, ювелирных вставок и покрытий эмалью различных цветов и видимых площадей поверхности.

Ключевые слова: колористические характеристики цветных металлов и сплавов, измерение цвета, дизайн ювелирных изделий и бижутерии.

Современные ювелирные предприятия стремятся увеличить ассортимент выпускаемых ювелирно-художественных изделий и бижутерии (ЮИБ) различными способами. Один из них – расширение цветовой палитры за счет применения различных металлов, вставок и их сочетаний, зачастую при использовании одной модели [1–3].

Цвет – одна из самых значимых характеристик любого изделия. На него, наряду с формой и размером, в первую очередь обращается внимание. Следовательно, при проектировании ЮИБ необходим учет особенностей колористических сочетаний элементов украшений и их восприятия человеком. Цвета металлов и вставок могут привлечь внимание покупателя за счет правильно подобранного контраста или нюансного сочетания, подчеркнуть форму, усилить эстетическую привлекательность изделия или, наоборот, отпугнуть его, уничтожив задумку дизайнера, исказив форму, и т. д. При проектировании ЮИБ для предотвращения подобных ошибок необходим системный подход к колористическому подбору материалов.

Сейчас используются металлы и сплавы широкой номенклатуры, но их объединяет средняя насыщенность цвета и высокая яркость, которая, в свою очередь, изменяется в зависимости от обработки поверхности и условий эксплуатации. Вставки из эмали и драгоценных камней, различные покрытия также могут повлиять на восприятие изделия, а значит, необходимо учитывать их сочетание с металлом. Вставка может доминировать, быть в колористическом равновесии с металлом, но может и «потеряться». Это же относится и к сочетанию вставок между собой. Подбор вставок не должен основываться на принципе: чем больше и разнообразней, тем лучше. При ограничении количества вставок и их размеров возможно получить более эстетически привлекательное изделие за меньшую стоимость.

Цвет – физическая величина, но также и сложное психофизическое явление, зависящее от воспринимающего его человека. Дизайнер видит намного больше оттенков, чем среднестатистический покупатель ЮИБ. Если дизайнер ошибочно решит, что контраст материалов достаточен, возможно ухудшение внешнего вида изделия. Также дизайнер может не в полной мере

знать свойства используемых в ЮИБ металлов и вставок, и, как следствие, не учитывать, что лигатура используемого сплава придает ему специфический оттенок при определенном освещении или что происходит искажение цвета сплава при обработке поверхности (матировании, полировании). Освещение существенно влияет на цвет металлов и вставок, а значит, и на цвет ЮИБ. Таким образом, при разработке украшений, кроме отражательных характеристик поверхности, необходимо учитывать возможные условия их эксплуатации, влияющие на восприятие цвета ЮИБ человеком.

Цель работы – исследование колористических характеристик ряда цветных металлов и сплавов, используемых при изготовлении ЮИБ, для выработки рекомендаций дизайнерам по их использованию.

Основные характеристики цвета.

Цветовые модели

Цвет – свойство света вызывать зрительные ощущения в соответствии с длиной волны излученного или отраженного света, то есть с его спектральными характеристиками. Видимый свет – электромагнитные колебания с длиной волны 370...760 нм (от фиолетового до красного). Диапазон отраженных от поверхности длин волн зависит от природы материала. Сохранение цвета, как и блеска (отражательной способности), зависит от химической стойкости, твердости материала и обработки его поверхности [4]. Цвет можно определить визуально и с помощью приборов. Визуальный способ субъективен и применим только для предварительной оценки. Определить цвет образца и его цветовое отличие от эталона можно инструментальными спектрофотометрическими методами [5], но это требует дорогостоящего специализированного оборудования, поэтому приборные методы оценки цвета не доступны большинству малых и средних производств. Следовательно, необходима разработка методики относительно определения цвета поверхностей с использованием недорогого оборудования и доступного программного обеспечения.

Любой цвет можно описать его составлением из основных цветов или опираясь на понятия светлоты, насыщенности, цветового тона. Для воспроизведения цвета еще в 1920-х годах разработаны цветовые модели, основанные на смешивании нескольких основных цветов [6, 7] и позволяющие математически описать определенные цветовые области спектра. Основные цвета разбиваются на оттенки по яркости (от темного к светлому), и каждой градации яркости присваивается цифровое значение (напри-

мер, самой темной – 0, самой светлой – 255). Считается, что в среднем человек способен воспринимать около 256 оттенков одного цвета. Следовательно, любой цвет можно разложить на оттенки основных цветов и обозначить его набором цифр – цветовых координат. Таким образом, при выборе цветовой модели можно определить трехмерное цветовое координатное пространство, внутри которого каждый цвет представляется точкой. Такое пространство называется пространством цветовой модели.

Для описания колористических характеристик материалов, применяемых в конструкциях ЮИБ, воспользуемся наиболее распространенной аддитивной цветовой моделью RGB. В ее основе лежит воспроизведение любого цвета сложением трех основных цветов: красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue) [8]. Каждый канал имеет отдельный параметр, указывающий на количество соответствующего компонента в конечном цвете.

Для оценки цвета материалов и изделий необходимо использовать локальный цвет (ЛЦ). ЛЦ в живописи – основной и неизменный цвет изображаемых объектов, условный, лишенный оттенков, которые возникают в природе под воздействием освещения, воздушной среды, рефлексов от окружающих предметов и т. д. ЛЦ в фотокинотехнике – усредненный цвет нескольких близко расположенных (как правило, неодинаковых по цвету) деталей объекта [9]. ЛЦ – доминирующий цвет изображения, определяемый средними значениями компонентов RGB для всех пикселей.

Методика проведения эксперимента

Исследовалась полированная и матовая поверхность пяти металлов и сплавов. В табл. 1 приведен их химический состав по ГОСТ 859–2014, 15527–2004, 492–2006. Образцы шлифовались и полировались на бормашине и полировальном станке и фотографировались цифровым фотоаппаратом.

Использовались три лампы с различной цветовой температурой $T_{ц}$: 2700, 4200, 6500 К. $T_{ц}$ определяется как температура абсолютно черного тела, при которой оно испускает излучение того же цветового тона, что и рассматриваемое излучение [10]. Чем выше значение $T_{ц}$, тем холоднее свет. По европейским нормам все источники света по цветности разделены на три группы: теплый белый ($T_{ц} < 3500$ К); нейтральный белый или дневной ($T_{ц} = 3500...5300$ К); холодный белый ($T_{ц} > 5300$ К) [11, 12]. $T_{ц}$ существенно влияет на восприятие различных цветов, ее варьирование может привести к изменению кажущегося цвета предмета, например от красного до синего.

Таблица 1

Массовая доля элементов в цветных сплавах (химический состав)

Элемент	Марка металла или сплава				
	Медь М1	Латунь Л63	Томпак Л90	Мельхиор МН19	Нейзильбер МНЦ 15-20
Cu	99,9	65	88...91	Остальное	Остальное
Bi	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Fe	0,005	0,2	0,1	0,5	0,3
Zn	0,004	Остальное	Остальное	0,3	18...22
Sb	0,002	0,005	0,005	0,005	0,002
Pb	0,05	0,07	0,03	0,005	0,02
P	–	0,01	0,01	0,01	0,005
Ni	0,002	0,5	0,2	18...20	13,5...16,5
As	0,002	–	–	0,01	0,01
S	0,004	–	–	0,01	0,01
C	–	–	–	0,05	0,03
Mg	–	–	–	0,05	0,05
Mn	–	–	–	0,3	0,3
Si	–	–	–	0,15	0,15
Sn	0,002	–	–	1,5	0,9
O	0,05	–	–	–	–

Колористические характеристики RGB определялись по фотографиям поверхности металлов с помощью расширения для браузера Google Chrome – Color Zila. Изображения загружались в интернет-браузер, где с помощью программы выбиралась область распознавания цвета, для которой определялись характеристики RGB. Описанная методика удобна для быстрого определения цвета металлов. Однако цифровые характеристики цвета являются относительными, так как сравниваются между собой образцы, цветовые характеристики которых фиксируются при одинаковых условиях освещения.

1. Определялась характеристика RGB для металлов и сплавов из табл. 1.

2. Определялись характеристики RGB ЛЦ комбинаций двух металлов и сплавов в процентных отношениях: 1 – (25 + 75) %, 2 – (50 + 50) %, 3 – (75 + 25) % при трех вариантах освещения.

3. Находилась среднее изменение (в %) компонентов RGB в зависимости от комбинации металлов и сплавов по формулам:

$$\frac{|R_2 - R_1| + |R_2 - R_3|}{2R_2} 100 \%,$$

$$\frac{|G_2 - G_1| + |G_2 - G_3|}{2G_2} 100 \%,$$

$$\frac{|B_2 - B_1| + |B_2 - B_3|}{2B_2} 100 \%,$$

где $R_1, R_2, R_3, G_1, G_2, G_3, B_1, B_2, B_3$ – составляющие R, G, B при 1, 2, 3 комбинации сплавов соответственно.

4. Находилась разница между изменением компонентов RGB:

$$\frac{(A - B) + (A - C)}{2},$$

где A – наибольшее значение среднего изменения компонента RGB, B и C – два оставшихся значения изменения компонента RGB.

5. Анализировались результаты, полученные в п. 3, 4, и фиксировалось изменение компонентов R, G, B . Возможен один из вариантов:

- если изменение каждого компонента R, G, B в среднем менее 10 %, то принималось, что характеристики RGB локального цвета постоянны;
- значения изменяются мало (среднее изменение < 10 %), но разница между изменением отдельных компонентов значительна (> 10 %);
- изменение заметно (> 10 %) и пропорционально для каждого компонента;
- изменение заметно (> 10 %) с разной пропорцией для компонентов.

6. Определялись характеристики RGB ЛЦ комбинаций трех металлов и сплавов в процентных отношениях: 25 + 25 + 50; 25 + 50 + 25; 50 + 25 + 25 при трех вариантах освещения. Контрастные металлы и сплавы для этого этапа выбирались по результатам п. 5.

7. Определялось изменение ЛЦ комбинаций металлов и сплавов с эмалевыми или каменными вставками красного, синего и зеленого цветов (табл. 2) в зависимости от процентного

отношения вставки к комбинации металлов и сплавов. Контрастные металлы и сплавы для этого этапа выбирались по результатам п. 5. Соотношение площади вставки (эмали или камня) к площади металла менялось с шагом 25 %.

Сначала находились значения каждого компонента RGB по формулам:

$$\frac{1}{2}|R_m - R_э|; \frac{1}{4}|R_m - R_э|; \frac{3}{4}|R_m - R_э|,$$

$$\frac{1}{2}|G_m - G_э|; \frac{1}{4}|G_m - G_э|; \frac{3}{4}|G_m - G_э|,$$

$$\frac{1}{2}|B_m - B_э|; \frac{1}{4}|B_m - B_э|; \frac{3}{4}|B_m - B_э|,$$

где R_m, G_m, B_m – составляющие R, G, B ЛЦ комбинации металлов и сплавов без эмали;

$R_э, G_э, B_э$ – составляющие R, G, B цвета эмали.

Далее экспериментально определялись значения RGB ЛЦ. Полученные расчетные и экспериментальные значения сравнивались. В некоторых случаях шаг процентного содержания эмали уменьшался до 12,5 %.

8. Определялось изменение ЛЦ комбинаций металлов и сплавов со вставками рубина, изумруда и сапфира (см. табл. 2) в зависимости от процентного отношения площадей вставки и комбинации металлов и сплавов (см. п. 7).

Таблица 2

Характеристики RGB эмалей и вставок*

RGB	Эмаль			Вставка		
	красная	зеленая	синяя	Рубин	Изумруд	Сапфир
Красный R	255	0	0	111	11	10
Зеленый G	0	255	0	16	103	19
Синий B	0	0	255	18	60	110

* – характеристики RGB определены по изображениям драгоценных камней и эмалей [13].

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Колористические характеристики ряда цветных металлов и сплавов

При визуальной оценке цветовых характеристик медных сплавов прослеживается зависимость цвета от содержания Sn или Zn (например, латуни): при увеличении легирующих компонентов цвет изменяется от красного и бледно-красного к желтому и золотисто-желтому.

При варьировании содержания Ni в мельхиорах и нейзильберах меняется их цветовая гамма из-за изменения длины волны отраженного света. При содержании Ni 25...30 % коэффициент отражения света n выравнивается для всех длин волн, в результате сплавы теряют цвет и становятся серыми. При содержании 10 % Ni сплав имеет четкую границу поглощения, соответствующую красному цвету. На спектральных диаграммах этих сплавов видно, что при увеличении содержания Ni от 10 до 25 % суммарная яркость красного и желтого цветов уменьшается на 10 % [14].

Определены характеристики RGB образцов с матовой и полированной поверхностью в зависимости от освещения. Некоторые из них представлены на рис. 1, 2.

Характеристики RGB имеют близкие значения (табл. 3):

- матовой и полированной поверхности латуни при теплом освещении;

- матовой и полированной поверхности МН19 при всех типах освещения;

- матовой и полированной поверхности МНЦ15-20 при всех типах освещения;

- матовых поверхностей латуни и томпака при смешанном освещении;

- матовых (между собой) и полированных (между собой) поверхностей МН19 и МНЦ15-20 при смешанном и холодном освещении;

- матовых поверхностей латуни и томпака при холодном освещении.

Исходя из экспериментальных результатов, можно рекомендовать не использовать мельхиор и нейзильбер в одном изделии, а также совместно томпак и латунь при матировании поверхности.

Колористические характеристики комбинаций цветных металлов

Определение изменения ЛЦ в зависимости от варьирования процентным соотношением материалов позволяет выяснить, на ЛЦ какой группы это изменение не оказывает воздействия. Экспериментально определено, что эти материалы имеют очень близкие колористические характеристики и их сочетание не целесообразно.

При соотнесении полученных результатов с субъективными характеристиками цвета, можно сделать вывод, что при заметном изменении характеристик RGB наблюдается светлотный контраст (С), а при большой разнице между изменением отдельных элементов цветовой модели RGB – цветовой контраст (Ц). Для

ЮИБ лучше выбирать С или сочетание С и Ц (табл. 4, 5). При холодном освещении светлотного или цветового контраста между исследованными металлами не наблюдается.

Можно сделать некоторые выводы.

Для ЮИБ, эксплуатируемых при теплом освещении, рекомендуется использовать замотированную медь в сочетании с различными металлами.

Для ЮИБ, эксплуатируемых при смешанном освещении:

- самые предпочтительные металлы – томпак и полированный нейзильбер;
- среди двух металлов холодных цветов предпочтительно использовать нейзильбер и исключить использование мельхиора;
- желательно не использовать сочетания двух матовых металлов.

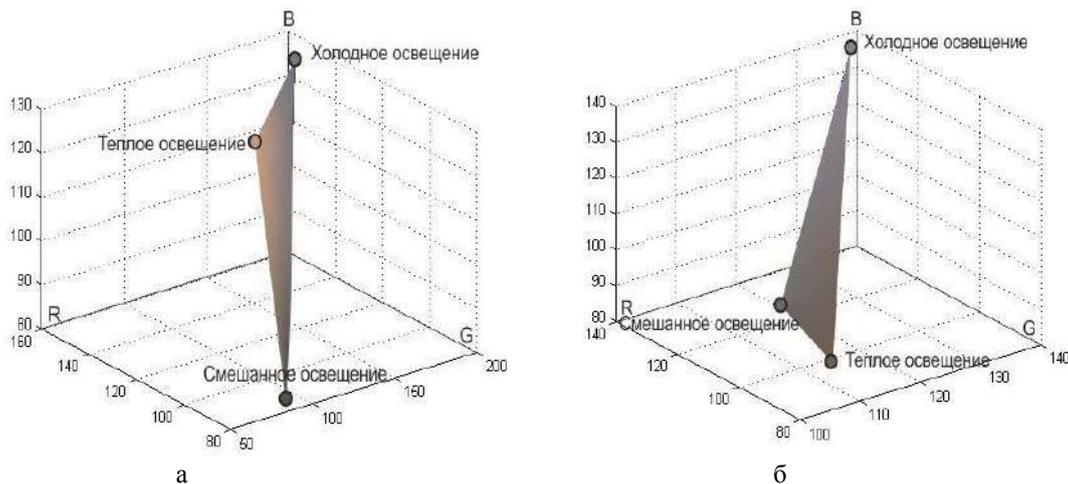


Рис. 1. Изменение характеристик RGB матовой (а) и полированной (б) поверхности меди в зависимости от освещения

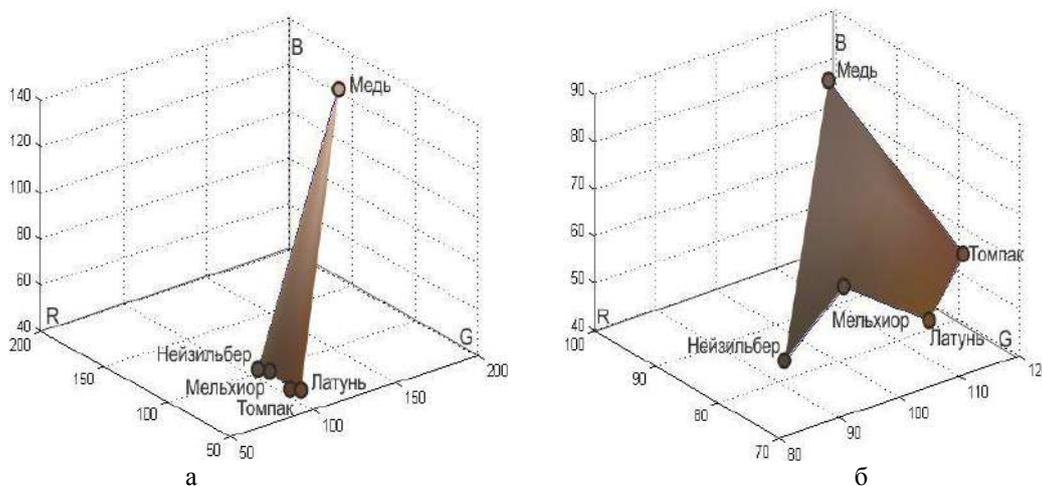


Рис. 2. Характеристики RGB матовых (а) и полированных (б) поверхностей цветных металлов при теплом освещении

Таблица 3

Совпадение (сближение) характеристик RGB различных поверхностей

Металл	Полированная поверхность			Матовая поверхность		
	Характеристика освещения					
	холодное	смешанное	теплое	холодное	смешанное	теплое
Латунь			+			+
Мельхиор				+		
Нейзильбер				+		
Томпак				+	+	
Латунь				+	+	
Мельхиор	+	+		+	+	
Нейзильбер	+	+		+	+	

Таблица 4

Сочетания ряда цветных металлов при теплом освещении

Исследованные металлы и сплавы		Медь		Латунь		Томпак		Мельхиор		Нейзильбер	
		м	п	м	п	м	п	м	п	м	п
Медь	м	X		СЦ	СЦ	С	С	С	С	С	С
	п			СЦ	Ц	С	–	–	–	–	–
Латунь	м	СЦ	СЦ	X		–	–	–	–	–	–
	п	СЦ	Ц			–	–	–	–	–	–
Томпак	м	С	С	–	–	X		–	–	–	–
	п	С	–	–	–			–	–	–	–
Мельхиор	м	С	–	–	–	–	–	X		–	–
	п	С	–	–	–	–	–			–	–
Нейзильбер	м	С	–	–	–	–	–	–	–	X	
	п	С	–	–	–	–	–	–	–		

Примечание: м – матовая поверхность; п – полированная поверхность.

Таблица 5

Сочетания ряда цветных металлов при смешанном освещении

Исследованные металлы		Медь		Латунь		Томпак		Мельхиор		Нейзильбер	
		м	п	м	п	м	п	м	п	м	п
Медь	п	X		–	–	С	–	–	–	–	С
Латунь	м			–	–	–	С	–	–	–	–
Томпак	м	–	С	–	–	X		–	–	–	–
	п	–	–	С	–			–	–	–	–
Нейзильбер	п	–	С	С	–	–	С	–	–	X	

Примечание: м – матовая поверхность; п – полированная поверхность.

При холодном освещении исследуемые цветные металлы не сочетаются, рекомендуется разрабатывать ЮИБ из одного металла со вставками, а также с возможностью использования цветного покрытия.

Исследования сочетаний трех и более металлов показали, что в этом случае в ЮИБ все металлы должны быть контрастны друг другу.

Влияние вставок на колористические характеристики ЮИБ

Рассмотрены характеристики ЛЦ установленных контрастных комбинаций двух металлов при отношении (50 + 50) % в комбинации со вставками драгоценных камней, обладающих характерными цветами (рубином, изумрудом и сапфиром), и красной, зеленой и синей эмалью (табл. 6). Характеристики ЛЦ рассмотрены на комбинации полированной меди и матового томпака, так как это сочетание подходит и для теплого, и для смешанного освещения. В скобках приведены расчетные данные предполагаемых значений RGB, рядом реальные значения. Затемненные ячейки показывают отклонения предполагаемого значения от реального более чем на 10 %. Жирным выделен диапазон соотношения значений площадей металлов и вставок (эмалей), целесообразный для использования в ЮИБ.

Меньшее реальное значение доминирующего цвета вставки (эмали) и большее значение двух других говорит о влиянии металла на цвет изделия и отсутствие слишком резкого контраста. Отсутствие изменения доминирующего цвета вставки говорит о сближенном контрасте с металлом.

Комбинации рубина с исследуемыми металлами обладают сближенным контрастом, рекомендуемый интервал процентного соотношения площади камня к площади металла от 50 % и выше. Даже при площади камня 75 % цвет металла оказывает влияние на ЛЦ.

Комбинации изумруда с исследуемыми металлами обладают очень выраженным контрастом и не рекомендуются к использованию в ЮИБ.

Комбинации с сапфиром при теплом освещении обладают благоприятным контрастом. Даже при площади камня 75 % цвет металла оказывает влияние на ЛЦ. При холодном освещении контраст сближенный.

Исследованные комбинации эмалей и металлов сочетаются друг с другом, рекомендуемый диапазон площади эмали к металлу 50...75 %.

Выводы

1. Восприятие цвета человеком зависит от состава сплава, освещения, сочетания металлов и вставок. Разнообразие используемых в современных ЮИБ материалов и сложность процесса

восприятия их цветов, оттенков и контрастов при различной отражательной способности их поверхности, особенно при изменении условий освещения, требует разработки методики оценки колористических характеристик ЮИБ.

2. Для оценки колористических характеристик комбинаций различных материалов использовалось понятие локального цвета. Изменение характеристик RGB ЛЦ позволяет определить тип контраста между металлами и вставками или его отсутствие, диапазон соотношения значений площадей металлов и вставок, который целесообразен для использования в ЮИ. Первичная оценка колористических характеристик металлов

позволяет сразу выделить металлы с близкими характеристиками и в дальнейшем не рассматривать их сочетания между собой.

3. При подборе цветных вставок к конкретному ЮИБ необходим анализ не только контраста между металлом и вставкой, но и учет соотношения их видимых площадей поверхности, при которых колористически начинает доминировать металл или вставка.

4. На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по проектированию ЮИ с учетом колористического сочетания металлов и ювелирных вставок и покрытий эмалью различных цветов и размеров.

Таблица 6

**Характеристики RGB ЛЦ полированной меди и матового томпака (50 + 50) %
в комбинации с драгоценными камнями и эмалью**

Процент вставки или эмали	Характеристики RGB		
	красный <i>R</i>	зеленый <i>G</i>	синий <i>B</i>
Рубин, теплое освещение			
Без вставки	104	79	65
25	106(106)	76(63)	63(53)
50	107(107,5)	63(47,5)	54(41,5)
75	109(109)	44(32)	40(30)
100	111	16	18
Изумруд, теплое освещение			
Без вставки	104	79	65
25	100(81)	82(85)	66(64)
50	82(57,5)	87(91)	66(62,5)
75	52(34)	95(97)	65(61)
100	11	103	60
Сапфир, теплое освещение			
Без вставки	104	79	65
25	99(80,5)	76(64)	69(76)
50	81(57)	65(49)	79(87,5)
75	48(33,5)	44(34)	93(99)
100	10	19	110
Сапфир, смешанное освещение			
Без вставки	92	82	79
25	86(71,5)	77(66)	80(87)
50	71(51)	66(50,5)	87(94,5)
75	44(30,5)	45(35)	98(102)
100	10	19	110
Красная эмаль, теплое освещение			
Без эмали	104	79	65
25	114(142)	75(59)	62(49)
50	144(179,5)	59(39,5)	49(32,5)
75	193(217)	32(20)	26(16)
100	255	0	0

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Принципы создания современных ювелирно-художественных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2013. – № 1. – С. 19–21.
2. Галанин С. И., Доберштейн В. Ю., Колупаев К. Н. Трансформация элементарных форм в дизайне ювелирных изделий [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – Вып. 21. – С. 46–55. – Режим доступа : www.enidtp.ru (дата обращения: 5.09.2017).

3. Галанин С. И., Шорохов С. А. Проблемы российской ювелирной отрасли // Вестник РАЕН. – 2011. – № 2. – С. 85–90.
4. Цвет в промышленности / под ред. Р. Мак-Дональда ; пер. с англ. И. В. Пеновой, П. П. Новосельцева ; под ред. Ф. Ю.Телегина. – М. : Логос, 2002. – 596 с.
5. Луизов А. В. Цвет и свет. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. – 256 с.
6. Wright W. D. A re-determination of the trichromatic coefficients of the spectral colors // Transactions of the Optical Society. – 1928. – Vol. 30. – P. 164.
7. Guild J. The colorimetric properties of the spectrum // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1931. – Vol. A230. – P. 187.
8. Дёмин А. Ю., Кудинов А. В. Компьютерная графика [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Томский политехн. ун-т, 2005. – Режим доступа : <http://compgraph.ad.cctpu.edu.ru/index.html> (дата обращения: 05.09.2017).
9. Локальный цвет // Фотокинетика : энциклопедия / гл. ред. Е. А. Иофис. – М. : Советская энциклопедия, 1981. – 449 с.
10. Дойников А. С. Цветовая температура // Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Большая российская энциклопедия, 1999. – Т. 5. Стробоскопические приборы – Яркость. – С. 691–692.
11. ГОСТ 55702–2013. Источники света электрические. Методы измерений электрических и световых параметров. – М. : Стандартинформ, 2013. – 42 с.
12. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение : актуализ. ред. СНиП 23-05–95. – М. : Минрегион России, 2010. – 69 с.
13. Gem Lovers [Электронный ресурс] : интернет-магазин драгоценных и полудрагоценных камней. – Режим доступа : <http://gemlovers.ru/> (дата обращения: 05.09.2017).
14. Урвачёв В. П., Кочетков В. В., Горина Н. Б. Ювелирное и художественное литье по выплавляемым моделям сплавов меди. – Челябинск : Metallurgia, 1991. – 166 с.

REFERENCES

1. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Principy sozdaniya sovremennyh yuvelirno-hudozhestvennyh izdelij // Trudy Akademii tekhnicheskoy ehstetiki i dizajna. – 2013. – № 1. – S. 19–21.
2. Galanin S. I., Dobershtejn V. YU., Kolupaev K. N. Transformaciya ehlementarnyh form v dizajne yuvelirnyh izdelij [Ehlektronnyj resurs] // Dizajn. Teoriya i praktika. – 2015. – Vyp. 21. – S. 46–55. – Rezhim dostupa : www.enidtp.ru (data obrashcheniya: 5.09.2017).
3. Galanin S. I., SHorohov S. A. Problemy rossijskoj yuvelirnoj otrasli // Vestnik RAEN. – 2011. – № 2. – S. 85–90.
4. Cvet v promyshlennosti / pod red. R. Mak-Donal'da ; per. s angl. I. V. Penovoj, P. P. Novosel'ceva ; pod red. F. Yu.Telegina. – M. : Logos, 2002. – 596 s.
5. Luizov A. V. Cvet i svet. – L. : EHnergoatomizdat, 1989. – 256 s.
6. Vright V. D. A re-determination of the trichromatic coefficienc of the spectral colors // Transactions of the Optical Society. – 1928. – Vol. 30. – P. 164.
7. Guild J. The colorimetric properties of the spectrum // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1931. – Vol. A230. – P. 187.
8. Dyomin A. YU., Kudinov A. V. Komp'yuternaya grafika [Ehlektronnyj resurs] : ehlektron. ucheb. posobie / Tomskij politekhn. un-t, 2005. – Rezhim dostupa : <http://compgraph.ad.cctpu.edu.ru/index.html> (data obrashcheniya: 05.09.2017).
9. Lokal'nyj cvet // Fotokinotekhnika : ehnciklopediya / gl. red. E. A. Iofis. – M. : Sovetskaya ehnciklopediya, 1981. – 449 s.
10. Dojnikov A. S. Cvetovaya temperatura // Fizicheskaya ehnciklopediya : v 5 t. / gl. red. A. M. Prohorov. – M. : Bol'shaya rossijskaya ehnciklopediya, 1999. – T. 5. Stroboskopicheskie pribory – Yarkost'. – S. 691–692.
11. GOST 55702–2013. Istochniki sveta ehlektricheskie. Metody izmerenij ehlektricheskikh i svetovyh parametrov. – M. : Standartinform, 2013. – 42 s.
12. SP 52.13330.2011. Estestvennoe i iskusstvennoe osveshchenie : aktualiz. red. SNiP 23-05–95. – M. : Minregion Rossii, 2010. – 69 s.
13. Gem Lovers [Ehlektronnyj resurs] : internet-magazin dragocennyh i poludragocennyh kamnej. – Rezhim dostupa : <http://gemlovers.ru/> (data obrashcheniya: 05.09.2017).
14. Urvachyov V. P., Kochetkov V. V., Gorina N. B. Yuvelirnoe i hudozhestvennoe lit'e po vyplavlyaemym modelyam splavov medi. – Chelyabinsk : Metallurgiya, 1991. – 166 s.

17.00.06 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭСТЕТИКА И ДИЗАЙН

УДК 739:594.53

Усина Ирина Борисовна

старший преподаватель

Камыгина Галина Антоновна

старший преподаватель

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

usinairina44@yandex.ru, gkamygina@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО МАТЕРИАЛА АММОНИТ

В статье выделяются и описываются характерные художественные особенности природного материала аммонит. Основное внимание в работе авторы акцентируют на дизайнерских достоинствах аммонита как материала для производства ювелирных изделий. Разработаны эскизы ювелирных изделий из аммонита. Раскрываются проблемы изготовления ювелирных изделий, содержащих в своей конструкции данные вставки. Рассмотрены варианты замены редкого природного материала вставками, выполненными в технологии холодного эмалирования.

Ключевые слова: ювелирные изделия, природный материал, аммонит, технология эмалирования, ювелирная вставка, проектирование.

Современная индустрия моды призвана решать двоякую проблему: с одной стороны, постоянное обновление ассортимента, с другой – создание конкурентной продукции на основе использования новых дизайнерских и технологических методов. Ювелирная промышленность выпускает ювелирные украшения различных ценовых групп. Зачастую стоимость ювелирных изделий обусловлена не только драгоценными материалами, но и сложным эксклюзивным дизайном. Их эстетическая ценность сравнима с ценностью изделий из дорогих материалов.

Создание ювелирного дизайна часто связано с образами и конструкциями, которые предлагает нам природа. Природный материал подсказывает решение задач по художественному содержанию ювелирного украшения. В отдельных случаях общая форма ювелирного изделия может повторять форму природного объекта. В некоторых случаях в композицию ювелирного украшения вводятся дополнительные декоративные детали, выполненные из натурального сырья: кожи, меха, древесины различных сортов и т. п. [1].

Применение принципов бионики при проектировании ювелирного украшения открывает возможность создания новых форм и декора, новых конструкций изделий. Применение компьютерного метода проектирования позволяет достаточно быстро создать про-модели, где присутствуют элементы с имитацией природных материалов. Выбор варианта технологического решения данных проектов – это уже задача технолога.

В качестве декоративно-художественного материала ювелиры в настоящее время используют сырье, стоимость которого определяется интересными дизайнерскими возможностями: необычными цветовыми, фактурными или иными сочетаниями [2]. К числу подобных нетрадиционных материалов, используемых в качестве вставок для ювелирных украшений, относится и аммонит.

Природный минерал аммонит – это окаменевшие остатки морских ископаемых существ, вымерших более 300 млн лет назад. Наиболее близким подобием аммонитов среди современных представителей этой группы является моллюск наутилус, у которого тело, как и у аммонитов, заключено в плоско закрученную раковину.

Для ювелиров окаменелости аммонитов имеют высокую эстетическую ценность благодаря своей внешней форме и возможности получить необычный узор. При распиливании видно, что раковина аммонитов образована небольшими объемными камерами, разворачивающимися из центра по спирали в трехмерном пространстве по закону логарифмической спирали и приобретающими самые разнообразные формы. Внутренняя полость раковины заполнена окаменевшим перламутром, кристаллами халцедона, кальцита или пирита (рис. 1). Одной из характерных особенностей аммонитов является лопастная линия. Это рисунки, который образует окончание перегородок камер в месте соединения со стенками раковины.

В продольном распиле аммониты выглядят как декоративные вставки, ограниченные спиралями, расширяющимися от центра к краю.

Цветовая гамма таких вставок строится на контрасте светлых и темных полос разной толщины. Спиралевидные полосы разных цветов: сочетания различных толщин и линейных переходов созданы самой природой и являются примером бионического формообразования в дизайне.

Мягкие переходы от одной детали к другой, неправильная форма, волнообразные, асимметричные закругленные линии, характерные для текстуры аммонита, гармонично сочетаются со стилем арт-нуво (модерн). Эстетической основой для этого стиля, существовавшего в конце XIX – начале XX века, было использование натуральных форм, декорированных линиями различных толщин.

В начале XXI века определилась интересная тенденция: стали пользоваться спросом изделия, дизайн которых напоминает внешний вид украшений столетней давности, то есть рубежа XIX и XX веков. Среди направлений со-

временной ювелирной моды можно выделить те, которые можно обозначить как современные транскрипции модерна. Таков стиль blantik. В стиле blantik основой композиции служат мягкие, переплетающиеся линии, изящно перетекающие друг в друга. В этом направлении используется сочетание золота белого и желтого цвета. В одном и том же изделии присутствуют камни разных цветов, но мягких оттенков.

В качестве проекта эксклюзивного ювелирного изделия был сконструирован браслет, декоративный модуль которого решен в стиле blantik (рис. 2). Центральная часть браслета содержит вставку из аммонита в металлической оправе. Проблематичным остается вопрос о закреплении вставки из окаменевшей раковины. Декоративные и технологические свойства минерала таковы, что наиболее подходящей в этом случае является ободковая закрепка, подчеркивающая неправильную форму вставки.



Рис. 1. Аммонит: а – внешний вид; б – спил [URL: <http://www.retrov.ru>]



Рис. 2. Проект эксклюзивного ювелирного изделия (браслет) со вставкой из природного сырья аммонит (дипломный проект Т. А. Беляевой)

Аммонит – весьма сложный декоративный материал для ювелира. Подбор нужного сырья весьма трудоемок, сложная обработка вставок из окаменевших моллюсков требует профессиональных навыков от мастера. Поэтому для серийного выпуска ювелирного изделия необходимо решить вопрос технологической адаптации предложенного проекта для современного производства.

С этой целью разработаны эскизы модулей ювелирного изделия для массового выпуска, где вставки выполнены из эмали и искусственных кристаллов, успешно имитирующих внеш-

ний вид природного материала. Светлые и темные полосы, полученные из холодной эмали, играют роль линейных переходов, характерных для натурального аммонита [3]. После эскизного поиска декоративной вставки определены общая конструкция изделия и общее дизайнерское решение, учитывающие параметры природного материала, в частности размеры (рис. 3).

В качестве основного материала для изготовления изделия был выбран сплав серебра 925°, а для имитации вставки из аммонита использовалась холодная двухкомпонентная эмаль. Холодная эмаль, в основе состава которой эпок-

сидная прозрачная смола, отвердитель и красители, является более предпочтительной для разработанных изделий серийного производства, так как она очень проста и технологична в применении, экономична и требует минимальных профессиональных навыков от мастера.

Вывод

В данной работе приведен пример проектирования ювелирного украшения, образ кото-

рого подсказан природным материалом – аммонитом. И использован бионический принцип проектирования, учитывающий как применение природного минерала, так и аналогию бионической формы. Рассмотрена возможность замены редкого природного материала вставками, выполненными по технологии холодного эмалирования без изменения эстетических качеств изделия.



Рис. 3. Проект модулей ювелирного изделия «Женский гарнитур для массового производства» (автор Т. А. Беляева)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология изготовления современных ювелирно-художественных изделий : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та. – 2014. – 183 с.
2. Лобацкая Р. М., Артамонова Е. С. Дизайн ювелирных изделий с узорными агатами [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – Вып. 22. – С. 51–67. – Режим доступа : <http://enidtp.ru> (дата обращения: 17.12.2017).
3. Лебедева Т. В., Ишутина А. Н., Никонорова О. И. Смешивание эмалей различных цветов [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2013. – Вып. 13. – С. 74–81. – Режим доступа : <http://enidtp.ru> (дата обращения: 17.12.2017).

REFERENCES

1. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Dizajn, materialy i tekhnologiya izgotovleniya sovremennykh yuvelirno-khudozhestvennykh izdelij : monografiya. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta. – 2014. – 183 s.
2. Lobatskaya R. M., Artamonova E. S. Dizajn yuvelirnykh izdelij s uzornymi agatami [Elektronnyj resurs] // Dizajn. Teoriya i praktika. – 2015. – Vyp. 22. – S. 51–67. – Rezhim dostupa : <http://enidtp.ru> (data obrashheniya: 17.12.2017).
3. Lebedeva T. V., Ishutina A. N., Nikonorova O. I. Smeshivanie ehmalej razlichnykh tsvetov [Elektronnyj resurs] // Dizajn. Teoriya i praktika. – 2013. – Vyp. 13. – S. 74–81. – Rezhim dostupa : <http://enidtp.ru> (data obrashheniya: 17.12.2017).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
УДК 62-1/-9

Букина Светлана Васильевна

кандидат технических наук, доцент

Ситникова Татьяна Александровна

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

tmbbukina@yandex.ru, tatoshic27@mail.ru

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАШИННОГО АГРЕГАТА С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ГЛАВНОГО ВАЛА СТАНКА

В статье приводится вывод аналитических зависимостей, характеризующих механику установившегося движения машинного агрегата, которые позволяют рассчитать его динамические характеристики. Учет всех факторов, влияющих на движение звеньев, позволит снизить напряженность технологического процесса и неравномерность вращения главного вала. Приведены расчеты по определению постоянной составляющей приведенного момента инерции массы по коэффициенту неравномерности движения на стадии проектирования машинного агрегата с целью более точных расчетов на прочность, жесткость, виброустойчивость деталей и узлов рычажного механизма.

Ключевые слова: уравнение движения, машинный агрегат, динамическое исследование, приведенный момент инерции массы, коэффициент неравномерности движения, динамическая модель, главный вал.

Разработка методики расчета наиболее достоверного закона движения механизмов машинного агрегата (МА) имеет большое значение: он определяет технологические показатели работы и долговечность машин. Применение ЭВМ для численного интегрирования уравнений движения позволяет наиболее полно учесть все факторы, влияющие на работу МА: механические характеристики сил движущих и сил сопротивлений, упругость звеньев, взаимодействие колебательной системы и источника вибраций и др.

Динамические эффекты резко проявляются во время переходных режимов – разгона, выбега. Однако при установившемся движении машины во многих видах оборудования они весьма значительны и требуют учета при создании машины. Например, некоторые методы динамического анализа представлены в работах [1, с. 84–87; 2, с. 77–80], вопросы динамического исследования отдельных механизмов изложены в работах [3, с. 47–49; 4, с. 113–117; 5, с. 80–83; 6, с. 105–109; 7, с. 65–67].

Для достижения устойчивости работы МА при расчете любого рычажного механизма требуется вычисление ряда зависимостей, характеризующих механику его установившегося движения.

Исследование проведем на примере ткацкого станка. Его кинематическая схема позволяет принять в качестве динамической модели привод с упругим передаточным механизмом (ПМ), так как механизм приводится в движение от двигателя через клиноременную передачу (рис. 1).

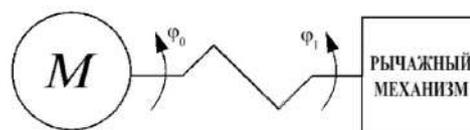


Рис. 1. Принципиальная схема динамической модели с упругим передаточным механизмом

Асинхронный электрический двигатель M не является источником возмущений, имеет обобщенную координату φ_0 . Его момент инерции массы ротора вместе со шкивом J_d . Обобщенной координатой главного вала рычажного механизма будет φ_1 , его приведенный момент инерции массы – $J_m(\varphi_1)$. Возмущение будет создавать, главным образом, исполнительный рычажный механизм. Двигатель и сам механизм рассматриваются как машины с жесткими звеньями. Поэтому все силы и массы подвижных звеньев приводятся к главному валу обычными методами.

Исходными данными являются:

- 1) блок-схема машинного агрегата;
- 2) кинематическая схема рычажного механизма с размерами звеньев, положениями центров масс;
- 3) массы и моменты инерции масс звеньев передаточного и исполнительного механизмов, а также муфт, соединяющих валы машинного агрегата;
- 4) диаграммы сил полезного и вредного сопротивлений;
- 5) частота вращения входного звена исполнительного механизма (ИМ);
- 6) паспортные данные электродвигателя, номинальная мощность электродвигателя, номинальная и синхронная частота вращения вала электродвигателя, маховой момент ротора электродвигателя;
- 7) допускаемый коэффициент неравномерности движения входного звена исполнительного механизма $[\delta]$;
- 8) средние величины момента сил сопротивления M_{co} и переменной составляющей приведенного момента сил инерции исполнительного механизма \tilde{J}_0 .

К входному звену рычажного механизма приводятся активные силы, действующие на его звенья: силы полезного сопротивления F_c , силы тяжести звеньев G . Приведенная сила может быть определена с помощью теоремы Жуковского «о жестком рычаге»:

$$\bar{F}_{np} = -\bar{F}_{yp},$$

где F_{yp} – уравновешивающая сила, то есть реакция со стороны двигателя.

Момент от приведенной силы:

$$M_{np} = \pm F_{np} l_{AB} = M_{np.дв} + M_{np.c},$$

где l_{AB} – плечо силы F_{np} (длина звена приведения);

$M_{np.дв}$ – приведенный момент движущих сил;

$M_{np.c}$ – приведенный момент сил сопротивления.

Периодическую функцию $M_c(\varphi_n)$ можно разложить в ряд Фурье:

$$M_c(\varphi_n) = M_{co} + \sum_{r=1}^{\infty} [M_{rc} \cos(r\varphi_n) + M_{rs} \sin(r\varphi_n)],$$

где r – номер гармоники ряда, $r = 1, 2, \dots, \infty$, так как количество членов ряда ограничивается некоторым числом гармоник, которое обес-

печивает нужную точность расчетов, то аппроксимированное значение определяется:

$$M_c^*(\varphi_n) = M_{co} + \sum_{r=1}^{k/2} [M_{rc} \cos(r\varphi_n) + M_{rs} \sin(r\varphi_n)],$$

где k – четное количество дискретных значений функции $M_c(\varphi_n)$ в периоде (не считая начала отсчета);

r – номер гармоники, $r = 1, 2, \dots, \frac{k}{2}$;

M_{co} – среднее за период значение функции,

$$M_{co} = \frac{1}{k} \sum_{n=0}^{k-1} M_c(\varphi_n),$$

M_{rc} и M_{rs} – амплитуды гармоник, определяемые по формулам Бесселя:

$$M_{rc} = \frac{2}{k} \sum_{n=0}^{k-1} M_c(\varphi_n) \cos\left(r \frac{\pi n}{6}\right),$$

$$M_{rs} = \frac{2}{k} \sum_{n=0}^{k-1} M_c(\varphi_n) \sin\left(r \frac{\pi n}{6}\right),$$

где $n = 0, 1, \dots, k-1$; $r = 1, 2, \dots, \frac{k}{2}$.

Массы и моменты инерции звеньев приводятся к главному валу механизма. Приведенный момент инерции масс определяется из условия равенства кинетической энергии звена приведения сумме кинетических энергий всех подвижных звеньев механизма:

$$0,5 J_{np}(\varphi) \cdot \omega^2 = 0,5 \left[J_p \omega_p^2 + J_{муф} \omega_p^2 + J_{нм} \omega^2 + J_{s1} \omega^2 + m_1 V_{s1}^2 + \sum_{i=1}^a (J_{si} \omega_i^2 + m_i V_{si}^2) \right],$$

где J_p – момент инерции ротора двигателя;

$J_{муф}$ – момент инерции муфты, соединяющей двигатель с ПМ;

$J_{нм}$ – приведенный к валу исполнительного механизма момент инерции ПМ;

J_{s1}, m_1 – момент инерции и масса входного звена ИМ;

a – количество подвижных звеньев ИМ без учета входного звена;

ω_p – угловая скорость ротора электродвигателя;

ω – угловая скорость входного звена ИМ;

ω_i – угловая скорость i -го звена ИМ;

V_{si} – линейная скорость центра масс i -го звена ИМ.

Переменная составляющая приведенного момента инерции массы, приведенная к главно-

му вала механизма, после разложения в ряд Фурье получит вид:

$$\tilde{J}_{np}^*(\varphi_n) = \tilde{J}_0(\varphi_n) + \sum_{r=1}^{k/2} [J_{rc} \cos(r\varphi_n) + J_{rs} \sin(r\varphi_n)]$$

где $\tilde{J}_0(\varphi_n)$ – средняя величина переменной составляющей приведенного момента инерции:

$$\tilde{J}_0(\varphi_n) = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^{k-1} \tilde{J}_{np}(\varphi_n).$$

Амплитуды гармоник:

$$J_{rc} = \frac{2}{k} \sum_{n=1}^{k-1} \tilde{J}_{np}(\varphi_n) \cos\left(r \frac{\pi n}{6}\right),$$

$$J_{rs} = \frac{2}{k} \sum_{n=1}^{k-1} \tilde{J}_{np}(\varphi_n) \sin\left(r \frac{\pi n}{6}\right).$$

Количество элементов ряда Фурье зависит от требуемой точности расчетов. Так как данный ряд быстро сходится, поскольку второй член составляет менее 2% от первого, то можно ограничиться двумя первыми членами.

Производная от $\tilde{J}_{np}^*(\varphi_n)$:

$$\begin{aligned} \tilde{J}_{np}^{*'}(\varphi_n) &= \frac{d\tilde{J}_{np}^*(\varphi_n)}{d\varphi} = \\ &= -\sum [rJ_{rc} \sin(r\varphi_n) + rJ_{rs} \cos(r\varphi_n)]. \end{aligned}$$

В приводе механизма используется асинхронный электродвигатель, статическая механическая характеристика которого в зоне установившегося движения показана на рис. 2.

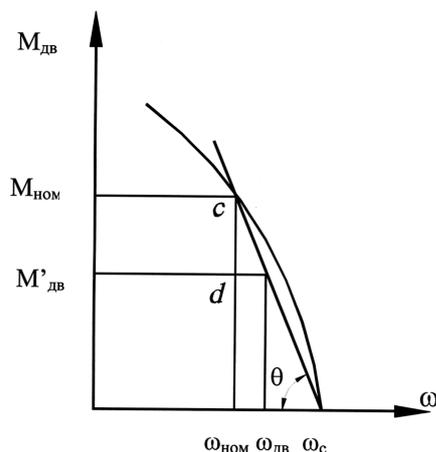


Рис. 2. Линеаризованная часть механической характеристики двигателя

Определим среднюю угловую скорость главного вала. Угловая скорость ω_0 с использованием трехфазного асинхронного двигателя при

установившемся движении определяется согласно исследованиям М. З. Коловского [8, с. 263] с помощью линеаризованной статической характеристики двигателя (см. рис. 2), так как влияние динамической характеристики двигателя, по утверждению авторов [9, с. 272], не существенно.

В первом приближении криволинейная часть $M_{об}(\omega)$ линеаризуется на рабочем участке, тогда $M_{об}(\omega)$ крутизна этой характеристики будет определяться углом θ .

Пусть крутизна статической характеристики

$$\operatorname{tg} \theta = U = \frac{M_{ном}}{\omega_c - \omega_{ном}},$$

где $M_{ном}$ – номинальный момент электродвигателя;

ω_c и $\omega_{ном}$ – синхронная и номинальная угловые скорости вала двигателя;

U – крутизна механической характеристики электродвигателя.

Так как крутящий момент на валу двигателя $M'_{об}$, как правило, меньше $M_{ном}$, то из рис. 2 следует, что

$$M'_{об} = M_{ном} - cd = M_{ном} - (\omega_{об} - \omega_{ном})U.$$

Учитывая, что $\omega_{об} = \omega_0 i_{np}$, а $M'_{об} i_{np} = -M_{co}$, после преобразований получим:

$$-M_{co} = (M_{ном} + U\omega_{ном})i_{np} - i_{np}^2 U\omega_0,$$

$$\text{отсюда } \omega_0 = \frac{(M_{ном} - U\omega_{ном})i_{np} + M_{co}}{i_{np}^2 U}.$$

Уравнение движения звена приведения, которым является главный вал механизма, без учета упругих свойств звеньев ПМ:

$$J_0 \ddot{\psi} - U \dot{\psi} = -\frac{1}{2} J'_{np}(\omega_0 t) \omega_0^2 + \tilde{M}_c(\omega_0 t). \quad (1)$$

Представленное уравнение является линейным неоднородным с постоянными коэффициентами. Обозначив правую часть выражения (1) через $L(t)$, имеем:

$$L(t) = -\frac{1}{2} \frac{d\tilde{J}_{np}}{d\varphi_n}(\varphi_n) \omega_0^2 + \tilde{M}_c(\omega_0 t). \quad (2)$$

Раскладывая в ряд Фурье, имеем:

$$L(t) = \sum_{r=1}^{\infty} L_r \cos(r\omega_0 t + \alpha_r), \quad (3)$$

где L_r – амплитуды гармоник;

α_r – фазы гармоник;

r – номер гармоники.

$$L_r = \sqrt{\left(-\frac{1}{2}rJ_{rs}\omega_0^2 + M_{rc}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}rJ_{rc}\omega_0^2 + M_{rc}\right)^2},$$

$$\cos \alpha_r = \frac{1}{L_r} \left(-\frac{1}{2}rJ_{rs}\omega_0^2 + M_{rc}\right),$$

$$\sin \alpha_r = -\frac{1}{L_r} \left(\frac{1}{2}rJ_{rc}\omega_0^2 + M_{rs}\right).$$

По знакам $\cos \alpha_r$ и $\sin \alpha_r$ определяются четверти тригонометрического круга, в которых расположены эти углы, а затем вычисляется абсолютное значение угла и подставляется в выражение (3).

Без учета упругих свойств клиноременной передачи привода динамические ошибки по углу поворота $\psi(t)$ и по скорости $\dot{\psi}(t)$ звена приведения определяются:

$$\psi(t) = \sum_{r=1}^{\infty} \psi_r \cos(r\omega_0 t + \alpha_r + \gamma_r),$$

где амплитуды гармоник:

$$\psi_r = \frac{L_r}{r\omega_0 \sqrt{r^2 J_0^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}}.$$

Фазы гармоник:

$$\cos \gamma_r = -\frac{rJ_0\omega_0}{r\omega_0 \sqrt{r^2 J_0^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}},$$

$$\sin \gamma_r = -\frac{rJ_0\omega_0}{r\omega_0 \sqrt{r^2 J_0^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}},$$

$$\dot{\psi}(t) = -\omega_0 \sum_{r=1}^{\infty} r\psi_r \sin(r\omega_0 t + \alpha_r + \gamma_r).$$

Абсолютные значения углов γ_r определяются аналогично вышеизложенному. Количество элементов ряда Фурье зависит от требуемой точности расчетов. Как показывает алгоритм расчетов, удовлетворительная точность была получена при $r = 6$, а высокая точность при $r = 12$.

Известно, что нормальное течение технологического процесса не может быть гарантировано, если колебания скорости главного вала будут больше допустимых. Важной динамической характеристикой рычажного механизма является неравномерность движения главного вала, которая характеризуется коэффициентом неравномерности его движения δ и согласно [8, с. 51] определяется:

$$\delta = \frac{\dot{\psi}_{\max} - \dot{\psi}_{\min}}{\omega_0},$$

где $\dot{\psi}_{\max}$, $\dot{\psi}_{\min}$ – максимальное и минимальное отклонения скорости главного вала МА от его средней величины ω_0 .

На величину коэффициента неравномерности движения звена приведения существенное значение оказывает постоянная составляющая приведенного момента инерции массы J_0 и крутизна механической характеристики двигателя U .

Допустимое значение коэффициента неравномерности движения:

$$[\delta] = \frac{2}{\omega_0} \sum_{r=1}^6 \frac{L_r}{\sqrt{r^2 J_0^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}}.$$

Неравномерность вращения указывает на переменные нагрузки в ИМ, отнесенные к главному валу. Поэтому на стадии проектирования по заданному коэффициенту неравномерности движения можно рассчитать необходимое значение момента инерции как всего привода, так и отдельных его составляющих. Динамический момент – переменная часть момента, действующая на выходном валу ПМ. Рассматривая систему двигатель – передаточный механизм и не учитывая упругие свойства ПМ, можно записать уравнение движения:

$$J_\delta \ddot{\psi} = M_{\delta\psi}(\dot{\psi}) + M_{nm},$$

где $J_\delta = (J_p + J_{u1})i_{np}^2 + \frac{m_p V_p^2}{\omega_0^2} + J_{u2}$,

$$M_{\delta\psi} = M'_{\delta\psi} i_{np}, \text{ так как } \dot{\phi} = \omega_0 + \dot{\psi},$$

$$M_{\delta\psi}(\dot{\phi}) = M'_{\delta\psi 0}(\omega_0) i_{np} + \frac{dM'_{\delta\psi}}{d\dot{\phi}}(\omega_0) i_{np} \dot{\psi} + \dots$$

$$M_{nm} = M_{co} + \tilde{M}_{nm},$$

$$M_{co} = -M'_{\delta\psi 0}(\omega_0) i_{np},$$

$$\frac{dM'_{\delta\psi}}{d\dot{\phi}}(\omega_0) = U, \text{ то } \tilde{M}_{nm} = J_\delta \ddot{\psi} + i_{np}^2 U \dot{\psi}.$$

Представляя динамический момент как сумму членов ряда Фурье, получим:

$$\tilde{M}_{nm} = \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\sqrt{r^2 J_\delta^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}}{\sqrt{r^2 J_\delta^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}} L_r \cos(r\omega_0 t + \alpha_r + \gamma_r + \beta_r);$$

$$\cos \beta_r = -\frac{rJ_\delta \omega_0}{\sqrt{r^2 J_\delta^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}};$$

$$\sin \beta_r = -\frac{i_{np}^2 U}{\sqrt{r^2 J_\delta^2 \omega_0^2 + i_{np}^4 U^2}}. \tag{4}$$

Из выражения (4) следует, что фазовые углы β_r находятся во второй четверти тригонометрического круга и их абсолютное значение $90^\circ < \beta_r < 180^\circ$.

Характер динамического момента – знак-переменный. Поэтому для ПМ возможна перекладка зазоров в кинематических парах с ударными нагрузками, что приводит к сокращению сроков службы механизмов. Условием отсутствия зазоров в кинематических парах жестких ПМ будет

$$M_{\text{дв0}} + \tilde{M}_{\text{нм}}(\varphi_n) \geq 0.$$

Рассмотрим динамику установившегося движения механизма с учетом упругих свойств ПМ.

Приводной двигатель станка связан с его механизмами клиноременной передачей (рис. 3), упругими свойствами которой нельзя пренебрегать.

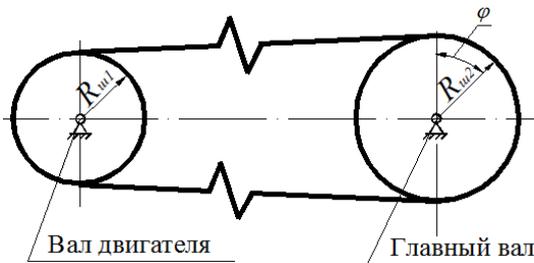


Рис. 3. Клиноременная передача

В результате деформации ветвей передачи главный вал повернется на угол φ (см. рис. 3). Приведенный к главному валу коэффициент жесткости ремней передачи:

$$c_{np} = 2c_p R_{ш2}^2,$$

где c_p – жесткость ремней на растяжение.

Момент от упругих ремней в передаче:

$$M_1 = c_{np} \varphi = c_{np} (\varphi_{\text{дв}} - \varphi_{\text{св}}),$$

где $\varphi_{\text{дв}}$ – угол поворота вала двигателя;

$\varphi_{\text{св}}$ – угол поворота главного вала.

Вместе с деформацией ремней возникает момент сопротивления, обусловленный внутренним трением в материале упругих элементов. Следовательно, появится дополнительный момент, величина которого пропорциональна скорости деформации:

$$M_2 = b \dot{\varphi} = b (\dot{\varphi}_{\text{дв}} - \dot{\varphi}_{\text{св}}),$$

где b – коэффициент сопротивления упругого звена.

Уравнение движения главного вала имеет вид:

$$J_0 \ddot{\varphi}_n + b_{np} (\dot{\varphi}_n - \dot{\varphi}_{\text{дв}}) + c_{np} (\varphi_n - \varphi_{\text{дв}}) - M_{co} (\dot{\varphi}_n) = \\ = -\tilde{J}(\varphi_n) \ddot{\varphi}_n - \frac{1}{2} \tilde{J}'_{np}(\varphi_n) \dot{\varphi}_n^2 + \tilde{M}_c(\varphi_n).$$

В правой части уравнения стоят величины, вызывающие возмущения в механизме, то есть колебания угловой скорости главного вала. Решение его осуществляется методом последовательных приближений. Предполагая, что возмущений нет, вращение главного вала равномерное, правая часть уравнения приравняется нулю:

$$J_0 \ddot{\varphi}^{(0)} + b_{np} (\dot{\varphi}_n^{(0)} - \omega_0) + c_{np} (\varphi_n^{(0)} - \omega_0 t) - \\ - M_{co} (\dot{\varphi}_n^{(0)}) = 0.$$

При нулевом приближении:

$$\ddot{\varphi}^{(0)} = 0;$$

$$\dot{\varphi}_n^{(0)} = \omega_0;$$

$$\varphi_n^{(0)} = \omega_0 t - \Delta.$$

После подстановок имеем:

$$-c_{np} \Delta - M_{co}(\omega_0) = 0.$$

где Δ – статическая деформация в передаточном механизме.

В первом приближении возмущения учитываются, тогда:

$$\varphi_n^{(1)} = \omega_0 t - \Delta + y(t);$$

$$\dot{\varphi}_n^{(1)} = \omega_0 + \dot{y}(t);$$

$$\ddot{\varphi}_n^{(1)} = \ddot{y}.$$

Здесь $y(t)$ – отклонение закона движения главного вала от равномерного вращения, называемое динамической ошибкой по углу поворота, а $\dot{y}(t)$ – динамическая ошибка по скорости.

Учитывая, что средний момент сил сопротивления $M_{co}(\dot{\varphi}_n) = c_{np} \Delta$ не зависит от скорости, то есть является постоянной величиной, после подстановки в левую часть первого приближения, а в правую часть нулевого приближения получим:

$$J_0 \ddot{y} + b_{np} \dot{y} + c_{np} y = \\ = -\frac{1}{2} \tilde{J}'_{np}(\omega_0 t - \Delta) \omega_0^2 + \tilde{M}_c(\omega_0 t - \Delta) = \\ = L_m(t). \quad (5)$$

Величина $L_m(t)$ представляет собой возмущающий момент, вызывающий динамическую ошибку $y(t)$: $L_m(t) = L_r \left(t - \frac{\Delta}{\omega_0} \right)$, и, раскладывая $L_m(t)$ в ряд Фурье, получим:

$$L_m(t) = \sum_{r=1}^{\infty} L_r \cos(r\omega_0 t + \alpha_r). \quad (6)$$

Решение уравнения движения с учетом (6) позволяет определить динамическую ошибку по углу поворота:

$$y = \sum_{r=1}^{\infty} \frac{L_r \cos(r\omega_0 t + \alpha_r + \gamma'_r)}{\sqrt{(c_{np} - J_0 r^2 \omega_0^2)^2 + b_{np}^2 r^2 \omega_0^2}}$$

Динамическая ошибка по скорости:

$$\dot{y} = - \sum_{r=1}^{\infty} \frac{r L_r \omega_0 \sin(r\omega_0 t + \alpha_r + \gamma'_r)}{\sqrt{(c_{np} - J_0 r^2 \omega_0^2)^2 + b_{np}^2 r^2 \omega_0^2}}$$

$$tg \gamma'_r = - \frac{b_{np} r \omega_0}{c_{np} - J_0 r^2 \omega_0^2},$$

где γ'_r находится в четвертой четверти тригонометрического круга.

Рассмотрим динамический момент в передаточном механизме.

Переменная составляющая крутящего момента на главном валу называется динамическим моментом и определяется по формуле

$$\tilde{M}_{nm} = c_{np} y + b_{np} \dot{y}.$$

Подставляя это выражение в уравнение динамического момента, динамические ошибки по скорости и по углу поворота, получим:

$$\tilde{M}_{nm} = \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\sqrt{L_r c_{np}^2 + b_{np}^2 r \omega_0^2} \cos(r\omega_0 t + \alpha_r + \gamma_r + \beta'_r)}{\sqrt{(c_{np} - J_0 r^2 \omega_0^2)^2 + b_{np}^2 r^2 \omega_0^2}},$$

где β'_r – фазовый угол гармоник, который находится в первой четверти тригонометрического круга и равен $tg \beta'_r = \frac{b_{np} r \omega_0}{c_{np}}$.

Коэффициент неравномерности движения главного вала рычажного механизма с учетом упруго-вязких свойств клиноременной передачи [10, с. 92–95]:

$$\delta' = \frac{\dot{y}_{\max} - \dot{y}_{\min}}{\omega_0}.$$

Если МА состоит из двигателя, передаточного механизма и исполнительного меха-

низма, то постоянная составляющая приведенного момента инерции всего машинного агрегата J_0 на входном валу ИМ или выходном валу ПМ с жесткими звеньями согласно исследованиям [8] определится по формуле

$$J_0 \geq \frac{1}{r \omega_0} \sqrt{\frac{4L_r^2}{\omega_0^2 [\delta^2]} - i_{np}^4 U^2}, \quad (7)$$

где r – номер гармоники ряда Фурье, имеющей наибольшую амплитуду L_r возмущающего момента.

Однако, учитывая только одну гармонику, подкоренное выражение формулы (7) при определенных значениях входящих в него величин может давать отрицательное значение, что не реально для МА.

Для примера рассмотрим МА [1] с двигателем 0,37 кВт, номинальной частотой вращения ротора $n_{ном} = 910$ об/мин, крутизной характеристики $u = 0,412$, $u_{np} = 25$, $\omega_0 = 3,909$ с⁻¹, $[\delta] = 0,08$. Наибольшая амплитуда, полученная в результате динамического исследования МА, будет во второй гармонике $L_2 = 37,2$ кг·м². Вычисленное значение подкоренного выражения по формуле (7) будет меньше 0, и $J_0 = |9703,89|$ кг·м².

Во избежание ошибок при расчете J_0 предлагается учитывать не менее шести гармоник ряда Фурье и использовать метод последовательных приближений [8]:

$$J_0 = \frac{2}{\omega_0^2 [\delta]} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{L_r}{r \sqrt{1 + \left(\frac{i_{np}^2 u}{r \omega_0 J_0} \right)^2}}. \quad (8)$$

В правую часть (8) подставляется $J_0 = \infty$, тогда в первом приближении

$$J_0^{(1)} = \frac{2}{\omega_0^2 [\delta]} \sum_{r=1}^{\infty} \left(\frac{L_r}{r} \right). \quad (9)$$

В следующих приближениях в правую часть (8) подставляется предыдущая величина J_0 , то есть во втором приближении, и т. д.

$$J_0^{(2)} = \frac{2}{\omega_0^2 [\delta]} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{L_r}{r \sqrt{1 + \left(\frac{i_{np}^2 u}{r \omega_0 J_0^{(1)}} \right)^2}}.$$

Рассматривая тот же пример с числом гармоник, равным шести, получаем $J_0^{(2)} = 48$ кг·м².

В случаях, когда ПМ содержит упругие звенья (например, клиноременную передачу), тогда, используя [8], после преобразований получим:

$$J_0 = \frac{2}{\omega_0[\delta]} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{rL_r\omega_0}{\sqrt{\left(\frac{C_{np}}{J_0} - r^2\omega_0^2\right)^2 + \left(\frac{b_{np}r\omega_0}{J_0}\right)^2}}, \quad (10)$$

где C_{np} – приведенный коэффициент жесткости упругих звеньев ПМ;

b_{np} – приведенный коэффициент сопротивления деформации упругих звеньев ПМ.

Для эффективной работы с системой разработан удобный пользовательский интерфейс, позволяющий вводить параметры расчета, изменять их и получать результаты расчета в табличной форме, в виде значений, а также подерживающий возможность сохранения их в файл. Программу можно использовать в инженерной практике и для обучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романов В. В., Титов С. Н., Лясич В. А. Совершенствование метода динамического анализа ткацкого станка // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 5. – С. 84–87.
2. Титов С. Н. Ткацкий станок как колебательная система // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005. – № 2. – С. 77–80.
3. Букина С. В. Динамическое проектирование рычажного механизма кромкообразования ткацкого станка фирмы Dornier с учетом статической характеристики электродвигателя // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2015. – № 1(34). – С. 47–49.
4. Динамическая модель зверообразовательного механизма металлткацкого станка и определение собственных параметров колебательного процесса / Д. А. Пирогов, В. А. Суров, Р. В. Шляпугин, С. В. Селезнев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 2(350). – С. 113–117.
5. Терентьев В. И., Смирнов Б. Н. Динамика зверообразовательного механизма с гибкими связями // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 2. – С. 80–83.
6. Лушников С. В., Кузнецова В. С., Степнов Н. В. Сравнение динамических характеристик рычажных и кулачковых механизмов приводов батана ткацких станков // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 5(347). – С. 105–109.
7. Кузина Т. А., Болотный А. П. Влияние динамики испытательной машины на процесс разрушения нити при нерегулярных нагрузках // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2005. – № 11. – С. 65–67.
8. Коловский М. З. Динамика машин. – Л.: Машиностроение, 1989. – 263 с.
9. Приводные системы ткацких станков / под ред. И. А. Мартынова. – М.: Легпромиздат, 1991. – 272 с.
10. Романов В. В., Смирнов С. С., Смирнов С. Ю. Моделирование неравномерности вращения главного вала станка с использованием САД/САЕ-технологии // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 3. – С. 92–95.

REFERENCES

1. Romanov V. V., Titov S. N., Lyasich V. A. Sovershenstvovanie metoda dinamicheskogo analiza tkatskogo stanka // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2010. – № 5. – S. 84–87.
2. Titov S. N. Tkatskij stanok kak kolebatel'naya sistema // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2005. – № 2. – S. 77–80.
3. Bukina S. V. Dinamicheskoe proektirovanie rychazhnogo mekhanizma kromkoobrazovaniya tkatskogo stanka firmy Dornier s uchetom staticheskoy kharakteristiki ehlektrodvigatelya // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – № 1(34). – S. 47–49.
4. Dinamicheskaya model' zevoobrazovatel'nogo mekhanizma metallotkatskogo stanka i opredelenie sobstvennykh parametrov kolebatel'nogo protsessa / D. A. Pirogov, V. A. Surov, R. V. SHlyapugin, S. V. Seleznev // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2014. – № 2(350). – S. 113–117.
5. Terent'ev V. I., Smirnov B. N. Dinamika zevoobrazovatel'nogo mekhanizma s gibkimi svyazyami // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2011. – № 2. – S. 80–83.

В качестве среды разработки системы автоматизированного расчета динамических характеристик МА нами была выбрана среда Delphi XE3. Она позволяет полностью реализовать все алгоритмы, необходимые для работы системы.

Выводы

1. Для снижения неравномерности вращения главного вала предлагаемый способ расчета постоянной составляющей приведенного момента инерции МА устраняет возможные ошибки ее расчета по формуле (7).

2. Рассмотренный подход реализован в виде программы, позволяющей рассчитать динамические характеристики МА, учитывающие все факторы, влияющие на движение звеньев.

6. Lushnikov S. V., Kuznetsova V. S., Stepanov N. V. Sravnenie dinamicheskikh kharakteristik rychaznykh i kulachkovykh mekhanizmov privodov batana tkatskikh stankov // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013. – № 5(347). – S. 105–109.
7. Kuzina T. A., Bolotnyj A. P. Vliyanie dinamiki ispytatel'noj mashiny na protsess razrusheniya niti pri neregulyarnykh nagruzheniyakh // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2005. – № 11. – S. 65–67.
8. Kolovskij M. Z. Dinamika mashin. – L. : Mashinostroenie, 1989. – 263 s.
9. Privodnye sistemy tkatskikh stankov / pod red. I. A. Martynova. – M. : Legpromizdat, 1991. – 272 s.
10. Romanov V. V., Smirnov S. S., Smirnov S. YU. Modelirovanie neravnomernosti vrashheniya glavnogo vala stanka s ispol'zovaniem CAD/CAE-tekhnologii // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2011. – № 3. – S. 92–95.

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 677.051.178

Травин Георгий Михайлович

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

kaf_bi@ksu.edu.ru

Кулёвкин Юрий Васильевич

доктор технических наук, доцент

ОАО «ЦНИИМашдеталь», Москва, Россия

techosnastka@bk.ru

Привалов Александр Васильевич

ведущий специалист

ОАО «Завод МЭЗ-1», Москва, Россия

mez1@mail.ru

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ ГРЕБЕННОЙ ПЛАНКИ ДЛЯ ЧЕСАНИЯ ПЕНЬКОВОЛОКНА

В статье представлена разработанная универсальная сборно-разборная конструкция высоконадежной и ремонтнопригодной игольной планки для чесания конопли. Для финишных переходов чесания рекомендована планка с двухрядным шахматным расположением плоских игл, что позволяет использовать иглы большего сечения, чем при однорядном. Подобран комплект планок с плотностью посадки игл на основе сравнения с однорядными по критерию равенства усилия чесания. Произведена проверка работоспособности данной гарнитуры в производственных условиях. Доказано, что установленные расстояния между игольными рядами обеспечивают эффективное снятие очеса с обоих рядов. По итогам проектно-конструкторской работы и производственных испытаний разработаны технические условия на изготовление специальной гарнитуры для чесания пеньковых волокон.

Ключевые слова: пенька, чесание, игольная гарнитура, разборная конструкция, плоская игла, двухрядная планка.

Спрос на ткани из конопли на мировом рынке ежегодно растет на 30 % [1]. Выполненная в 2012 году по заказу Минпромторга РФ поисковая работа [2] подтвердила возможность промышленного производства бытовых тканей из отечественного сырья на отечественных предприятиях. При отсутствии на них специального оборудования для переработки пеньковой пряжи в ткани бытового назначения целесообразно использовать адаптированное льноперерабатывающее оборудование. Одним из основных вариантов адаптации выступает модернизация оборудования путем разработки универсальной технологической оснастки, не-

посредственно участвующей в формировании продукта [3, с. 29–30]. Так, при чесании пеньки как главной операции, обеспечивающей качество подготовки волокон к прядению на льночесальных машинах Ч-302-Л, необходимо использовать специальную игольно-планочную (гребенную) гарнитуру.

Обзор зарубежных патентов и литературы, а также учет особенностей свойств конопляных волокон позволили определить общие требования к создаваемой конструкции гребней, которая должна обеспечивать высокую безотказность в работе, технологичность, ремонтнопригодность и долговечность при эксплуатации и относительно низкую трудоемкость в изготовлении. Высокая безотказность должна обеспечиваться упру-

гой заделкой игл (исключает изгибы, поломки и выпадения игл), долговечность – достаточной прочностью элементов конструкции (основания, игл, соединения игл с основанием), ремонтно-пригодность – разборностью и быстросменностью отказавших элементов.

На рисунке представлена специальная универсальная конструкция разборной игольной планки.

Предлагаемая конструкция планки включает механическое штампованное стальное ос-

нование (сталь 10, сталь 20) толщиной 2 мм, а при массовом производстве – из экструдированного профиля алюминиевого сплава марки АД-31 с последующей термообработкой. Игольная вставка изготавливается секционной (3–4 секции) путем заливки игл полимером П12 (П6) под давлением. Удержание игольных вставок в основании обеспечивается клиновым механизмом, зажимной элемент которого изготавливается из того же полимера по той же технологии, что и вставка.

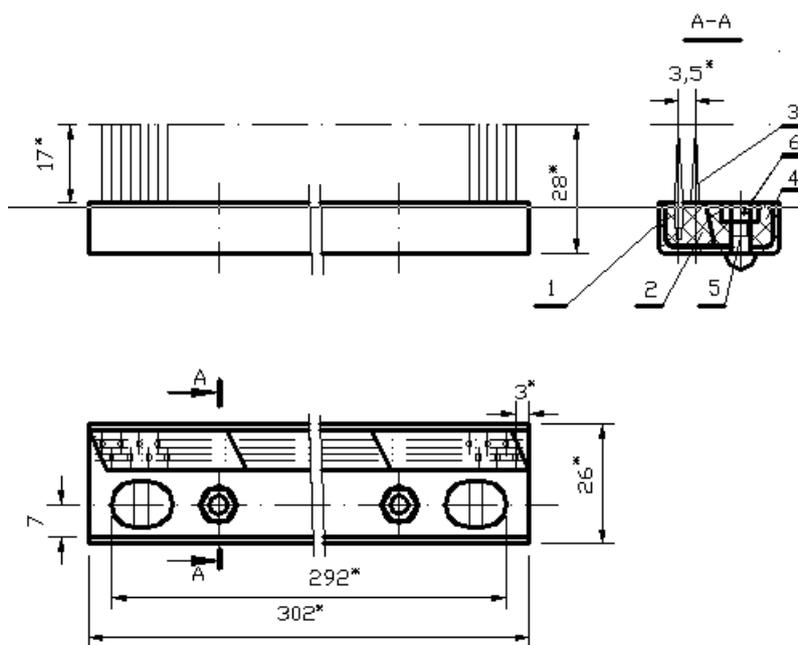


Рис. Конструкция двухрядной игольной планки:

1 – основание; 2 – вставка игольная; 3 – игла; 4 – зажим клиновидный; 5 – винт; 6 – гайка

Нами ранее доказано [4, с. 75–79], что наибольшие усилия чесания пеньковых волокон возникают на последних финишных переходах. В связи с этим именно на последних переходах следует обратить особое внимание на конструкцию игольно-планочной гарнитуры и провести ее апробацию в производственных условиях.

Повышение эффективности процесса чесания конопли на последних переходах в первую очередь достигается за счет использования плоской иглы, которая имеет больший момент сопротивления изгибу в направлении возникающих при чесании сил. Кроме того, повышения эксплуатационной надежности и эффективности гарнитуры с плоской иглой дополнительно можно добиться применением двухрядных игольных планок, шахматное расположение игл в которых (за счет увеличения шага между ними) позволяет использовать более толстые иглы.

Предварительные технологические исследования с целью подбора плотности посадки

игл в двухрядных планках проводились на специальном стенде на основе сравнения с однорядными планками по критерию равенства усилия чесания на каждом из четырех переходов финишного чесания. Характеристики подобранного комплекта планок представлены в табл. 1.

Проверка работоспособности двухрядной гарнитуры осуществлялась в производственной лаборатории ОАО «КНИИЛП» (г. Кострома) на льночесальной машине Ч-302-Л с использованием лубоволокнистого сырья как льна, так и конопли. Характеристики последней отражены в табл. 2.

Оценка сырья осуществлялась в соответствии с ГОСТ 9993-74 «Пенька короткая. Технические условия» [5]. По значению показателей, представленных в табл. 2, оцененная трепаная пенька может быть отнесена по ряду характеристик как ко второму, так и к третьему сорту длинной пеньки. Лучшими же свойствами этого вида волокна характеризуются отборный и первый сорт.

Таблица 1

Характеристики игольных планок

Номер перехода чесания	Число игл на 10 см длины двухрядной планки	Размер плоской иглы (мм)	Расстояние между рядами игл (мм)	Число игл на 10 см длины однорядной планки
13	84 (42×2)	1,62×0,93×23	1,5	50
14	100 (50×2)	1,62×0,93×23	0,8	64
15	120 (60×2)	1,62×0,74×24	1,04	72
16	144 (72×2)	1,62×0,74×24	0,86	80

Таблица 2

Характеристики трепаной пеньки

Наименование показателя	Единица измерения	Показатель (значение)
Присушистая костра	%	4,0
Содержание костры	%	2,0
Влажность волокна	%	12,0...15,0
Содержание лапы	%	5,0
Цвет	–	Темный
Однородность по цвету	–	Пестрота по цвету

Общее количество установленных на машине на 4 конечных переходах опытных двухрядных планок – 192 шт. Продолжительность испытаний составляла около полугода работы планок в 2 смены, всего 1800 машино-часов. Параметры заправки льночесальной машины приведены в табл. 3.

В период испытаний проводились наблюдения за работой чесальных планок, в том числе за снятием с них очеса, поскольку были высказаны опасения по поводу возможного неснятия

очеса и забивки волокон между рядами игл. Наблюдения показали, что установленные расстояния между игольными рядами обеспечивают нормальное снятие очеса с обоих рядов при переработке как льна, так и конопли, без каких-либо затруднений.

В процессе проведения производственной проверки была выполнена инструментальная оценка свойств чесаной пеньки, которые отражены в табл. 4.

Таблица 3

Параметры заправки и режим чесания

Наименование параметра	Единица измерения	Значение показателя
Частота подъемов каретки	мин ⁻¹	9,0
Частота вращения гребенных полотен	мин ⁻¹	12,0
Скорость чесания	м/мин	16,0
Разводка гребенных полотен	мм	+2; 0; -2
Число заправленных переходов	шт.	16

Таблица 4

Показатели свойств чесаной пеньки

Наименование свойства	Единица измерения	Значение показателя
Горстевая длина	см	70,0
Масса волокна в горсти	г	150
Содержание лапы	%	1,0...2,0
Содержание костры	%	0,5
Разрывная нагрузка	кгс	13,1...17,8
Гибкость	мм	19,5...24,4
Расщепленность	–	120...180

Результаты работы опытной двухрядной гарнитуры отражены актом производственных испытаний. По итогам проектно-конструкторской работы и производственных испытаний

разработаны, согласованы и утверждены технические условия на изготовление специальной игольно-планочной гарнитуры для чесания волокон конопли [6].

Выводы

1. Разработана специальная конструкция гребенной планки для чесания конопли, обеспечивающая высокую безотказность, долговечность, технологичность при изготовлении и эксплуатации.

2. Для конечных переходов чесания предложена игольная планка с плоскими иглами,

расположенными в два ряда в шахматном порядке, что обеспечивает использование более прочной иглы за счет увеличения ее сечения.

3. Производственными испытаниями подтверждена технологическая эффективность двухрядных планок, межигольное пространство которых не забивается очесами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов А. А., Серков В. А., Зеленина О. Н. К вопросу общей концепции инновационного развития отечественного коноплеводства // Достижения науки АПК. – 2011. – № 12. – С. 34–36.
2. Модернизация технологического оборудования с использованием новых видов технологической оснастки для производства тканей из волокон ненаркосодержащей конопли : отчет о НИР // ОАО «ЦНИИМашдеталь»; № госрегистрации 012010006001. – М., 2012.
3. Привалов А. В., Коврижных А. А., Травин Г. М. Методы и модели адаптации льноперерабатывающего оборудования под производство тканей из конопли // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2014. – № 1. – С. 29–31.
4. Травин М. М., Привалов А. В. Методическое обеспечение оценки усилий чесания пеньковых волокон // Инфраструктурное обеспечение бизнес-процессов в региональных социально-экономических системах : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2016. – С. 75–79.
5. ГОСТ 9993–74. Планка короткая. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 6 с.
6. ТУ ИПГ УТ 005-24323446–2017 РФ. Игольно-планочная гарнитура усовершенствованного типа. Технические условия. – М., 2017. – 9 с.

REFERENCES

1. Smirnov A. A., Serkov V. A., Zelenina O. N. K voprosu obshchej koncepcii innovacionnogo razvitiya otechestvennogo konoplevodstva // Dostizheniya nauki APK. – 2011. – № 12. – S. 34–36.
2. Modernizaciya tekhnologicheskogo oborudovaniya s ispol'zovaniem novyh vidov tekhnologicheskoy osnastki dlya proizvodstva tkaney iz volokon nenarkosoderzhashchej konopli : otchet o NIR // ОАО «ЦНИИМашдеталь»; № gosregistracii 012010006001. – М., 2012.
3. Privalov A. V., Kovrizhnyh A. A., Travin G. M. Metody i modeli adaptacii l'noopererabatyvayushchego oborudovaniya pod proizvodstvo tkaney iz konopli // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. A. Nekrasova. – 2014. – № 1. – S. 29–31.
4. Travin M. M., Privalov A. V. Metodicheskoe obespechenie ocenki usilij chesaniya pen'kovyh volokon // Infrastrukturnoe obespechenie biznes-processov v regional'nyh social'no-ehkonomicheskikh sistemah : sb. st. Vseros. nauch.-prakt. konf. – Kostroma : KGU im. N. A. Nekrasova, 2016. – S. 75–79.
5. GOST 9993–74. Planka korotkaya. Tekhnicheskie usloviya. – М. : Izd-vo standartov, 1999. – 6 s.
6. TU IPG UT 005-24323446–2017 RF. Igol'no-planochnaya garnitura usovershenstvovannogo tipa. Tekhnicheskie usloviya. – М., 2017. – 9 s.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
УДК 665.1/641:005.6

Ливинская Светлана Алексеевна

кандидат технических наук, доцент

Ливинский Алексей Александрович

кандидат технических наук

Дутикова Наталья Алексеевна

магистрант

Павлова Юлия Евгеньевна

магистрант

Сейталиев Рустам Имамудинович

магистрант

Братухина Марина Константиновна

магистрант

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва, Россия

livinskaya@mail.ru, livinskiy57@mail.ru, dutikova.nat@yandex.ru, poseurjill@mail.ru, seyteliev@mail.ru,

marinchik_13.95@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

В данной статье рассматривается актуальная проблема выбора лучшего образца в условиях с трудно различимыми свойствами. Особое внимание уделено качеству масла, используемого в кулинарных целях на предприятиях общественного питания, а именно проблеме влияния органолептических показателей подсолнечного масла на вкус и запах готовой продукции. С целью идентификации различий в качестве масла разных партий нескольких российских производителей определяли показатели безопасности и качества. В ходе органолептической оценки использовали метод парного сравнения, а также инструментальный метод – рН-метрию. Было выявлено, что все образцы масел имели щелочную среду, приводившую к ухудшению вкусовых характеристик готовой продукции. Использование метода парных сравнений позволило выбрать лучший образец. Было выдвинуто предположение о нарушении технологических режимов при изготовлении рафинированного дезодорированного подсолнечного масла в производственных условиях отечественных предприятий.

Ключевые слова: качество, безопасность, органолептические показатели, метод парного сравнения, подсолнечное масло, предприятия общественного питания, вкусовые характеристики.

В настоящее время производители и торговые сети предоставляют россиянам широкий ассортимент видов и сортов растительных масел: подсолнечное, льняное, рапсовое, кукурузное, оливковое, пальмовое, виноградное, кунжутное [1]. У каждого вида растительного масла свое кулинарное предназначение [2], но население каждой страны отдает предпочтение растительным маслам, свойственным именно для своего региона. Россияне традиционно используют подсолнечное масло для потребления в салатах, изготовления кулинарной продукции в домашних условиях и на предприятиях индустрии пи-

тания. В последнее пятилетие в РФ производится (в зависимости от климатических условий) от 3,0 до 5,2 млн т подсолнечного масла в год [2], что, хотя и составляет примерно 3 % от мирового производства всех растительных масел, достигает около 40 % от мирового производства подсолнечного масла [3, 4].

Подсолнечное масло продолжает оставаться лидером продаж в нашей стране, а потому на рынке масла страны действует высокая конкуренция. Общеизвестно, что основным инструментом конкурентной борьбы является повышение качества производимой продукции. Опубликованные результаты экспертизы качества пяти популярных марок подсолнечного масла [5] свидетельствуют, что все образцы по показателям качества и маркировке полностью

соответствуют требованиям действующих нормативно-технических документов [6–8]. При изготовлении кулинарной продукции в условиях кафедры «Технологии индустрии питания» МГУПП было выявлено, что на вкус готовой продукции влияет качество вносимого в рецептуру растительного масла. Особенно это актуально для жареных кулинарных изделий, вкус и запах которых во многом формируется органолептическими характеристиками используемого масла. На многих предприятиях общественного питания, несмотря на активную рекламу специальных кулинарных жиров и фритюрных масел, в этих целях используется подсолнечное масло.

Объекты и методы исследований. Было проведено исследование качества рафинированных дезодорированных подсолнечных масел от четырех российских производителей четырех партий (от разных дат изготовления) – Лобненского завода растительных масел, Орловского масложирового завода, ООО «Бунге СНГ», ОАО «ЭФКО». Органолептическую оценку, определение кислотных и перекисных чисел осуществляли по стандартным методикам [7, 9, 10], pH – по типовой методике при помощи стационарного pH-метра HI 2210. Для определения лучшего образца среди партий масел одного производителя, а затем и среди установленных лучших образцов нескольких производителей использовали метод парного сравнения [11].

Результаты исследований и их обсуждение. Установленные значения кислотного, перекисного чисел подтвердили результаты других исследований [5], что физико-химические показатели растительных масел российских производителей значительно ниже нормируемых. Значения кислотных чисел всех образцов лежали в интервале 0,04...0,06 при норме 0,60 мг КОН/г. Значения перекисных чисел лежали в интервале 1,0...2,0 при норме 10,0 мэкв/кг. Однако в ходе органолептической оценки образцов были обнаружены различия во вкусе масел, которые сопровождалось специфическим «химическим» послевкусием, что не соответствовало заложенному в НТД определению «вкус и запах – обезличенные». Описание органолептических показателей исследованных образцов рафинированного масла подсолнечного различных производителей приведено в табл. 1.

В состав дегустационной группы входило 5 обученных отобранных дегустаторов. Все испытуемые были ознакомлены с сущностью метода парного сравнения. Кроме того, испытуемые были обучены оценке органолептических показателей подсолнечного масла. По ходу про-

ведения исследования дегустаторы получали одинаковый комплект из образцов подсолнечного масла. Образцы продукции для испытаний готовили в отсутствие испытателей одинаковым способом: применяли одинаковые химические стаканы емкостью 100 мл. Количество продукта, подаваемого каждому испытуемому, было 50 мл во всей серии испытаний. Образцы располагали на одинаковые подносы. Перед проведением теста были разработаны бланки протоколов испытаний. При проведении исследования каждый дегустатор проставлял оценки в дегустационном листе в соответствии с матрицей (табл. 2).

При обработке дегустационных листов подсчитывали суммарное количество голосов в пользу одного и другого образца всеми испытуемыми. По суммарным значениям каждого образца строили графы результатов сравнения, по которым и выявлялся лучший образец с наибольшим количеством исходящих векторов. Испытуемым перед тестированием было поставлено условие: не возвращаться к предыдущей паре образцов и не изменять свой вердикт относительно результата ранее проведенного испытания, то есть метод парного сравнения предусматривает процедуру принудительного выбора: испытуемым не разрешается использовать такой вариант ответа, как «нет различия». Задача испытуемого – выбрать тот из образцов, который имеет более интенсивно выраженную органолептическую характеристику.

По этому принципу попарно исследовали каждый из образцов четырех производителей. В результате получили по одному лучшему образцу от производителя: образец 1-2 (производитель 1), образец 2-2 (производитель 2); образец 3-2 (производитель 3); образец 4-4 (производитель 4), которые также подверглись парному сравнению для выявления лучшего среди них (табл. 3).

Максимальное значение предпочтений имел образец 1-2, который также был наиболее приемлемым по вкусовым качествам (производитель 1). Таким образом, использование метода парных сравнений позволило установить лучший образец продукта в условиях с трудно различимыми свойствами.

Известно, что на заключительной стадии рафинации растительных масел осуществляют обработку 10%-ным раствором лимонной кислоты, вследствие этого готовое масло должно иметь кислую среду со значениями pH, равными 6,85...6,98. Идентификация «химического» и постороннего привкусов определила необходимость установления значений pH-среды образцов

масел. Все исследованные образцы подсолнечного масла характеризовались щелочной средой со значением рН, лежащим в интервале 7,55...8,60, что свидетельствует об отсутствии стадии промывки раствором лимонной кислоты на завершающей стадии рафинации и приводит к наличию в их вкусе не свойственных подсолнечному маслу привкусов «химический» и посторонний, которые были идентифицированы при органолептической оценке. Методом парного сравнения был выявлен лучший образец, характеризу-

вавшийся значением рН равным 7,55, а интенсивность привкуса которого по дескриптору «щелочной» была наименьшей. Проведенное исследование показывает, что для гарантии качества кулинарной продукции требуется совершенствование схемы техноконтроля на масложировых предприятиях, что согласуется с ранее опубликованными данными [12] и предполагает включение значений рН среды масел в перечень обязательных.

Таблица 1

Органолептические показатели

№ образца	Описание органолептического показателя
1	Прозрачное, без осадка. Цвет желтый. Запах обезличенный. Вкус маслянистый, обволакивающий с «химическим» послевкусием
2	Прозрачное, без осадка. Цвет желтый. Запах обезличенный. Вкус легкий, с «химическим» послевкусием
3	Прозрачное, без осадка. Цвет светло-желтый. Запах обезличенный. Вкус маслянистый, с легким посторонним послевкусием
4	Прозрачное, без осадка. Цвет светло-желтый. Запах обезличенный. Вкус обволакивающий с посторонним послевкусием

Таблица 2

Матрица для дегустации

Образец	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Σ
A ₁	–	X _{1,2}	X _{1,3}	X _{1,4}	ΣX
A ₂	X _{2,1}	–	X _{2,3}	X _{2,4}	ΣX
A ₃	X _{3,1}	X _{3,2}	–	X _{3,4}	ΣX
A ₄	X _{4,1}	X _{4,2}	X _{4,3}	–	ΣX

Таблица 3

Парное сравнение лучших образцов масла подсолнечного

№ образца	1-2	2-2	3-2	4-4	Итого
1-2	–	1	1	1	3
2-2	0	–	1	1	2
3-2	0	0	–	1	1
4-4	0	0	0	–	0

Выводы

Все исследованные образцы подсолнечных масел, изготовленных отечественными производителями, характеризовались физико-химическими показателями, соответствующими требованиям действующей НТД по показателям качества и безопасности. Использование метода парных сравнений позволило выбрать лучший образец, когда различия между объектами по разным факторам малы, а непосредственное ранжирование не обеспечивает разум-

ного упорядочивания. Выявлено нарушение технологии в ходе производства рафинированных дезодорированных растительных масел. Предложено совершенствование схемы техноконтроля на масложировых предприятиях для гарантии качества кулинарной продукции, выпускаемой предприятиями общественного питания. Рекомендовано включение значений рН среды в перечень обязательных показателей качества рафинированных дезодорированных масел.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ливинский А. А. Масла разные важны, масла разные нужны... // Масложировая промышленность. – 2011. – № 2. – С. 4–7.
2. Применение растительного масла в кулинарии [Электронный ресурс] / ЗАО «ДонМаслоПродукт». – Режим доступа : <http://donmasloproduct.ru/stati/primenenie-rastitelnogo-masla-v-kulinarii> (дата обращения: 18.11.2017).

3. Оксенойт Г. К. Россия и страны мира. 2016 [Электронный ресурс] : стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 379 с. – Режим доступа : http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/world16.pdf (дата обращения: 18.11.2017).
4. Хитров С. Сколько песен о масле пропето... Обзор мирового рынка растительного масла [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1811> (дата обращения: 18.11.2017).
5. Как по маслу. Эксперты проверили качество и безопасность популярных марок рафинированного подсолнечного масла [Электронный ресурс] / Качество.ру. Потребительские тесты и обзоры. – Режим доступа : http://kachestvo.ru/pischa/eda/eda_17038.html (дата обращения: 18.11.2017).
6. Технический регламент на масложировую продукцию ТР ТС 024/2011 [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2017).
7. ГОСТ 1129–2013. Масло подсолнечное. Технические условия. Введ. 01.07.2014. – М. : Стандартинформ, 2014. – 7 с.
8. ГОСТ Р 51074–2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/2080> (дата обращения: 18.11.2017).
9. ГОСТ 31933–2012. Масла растительные. Методы определения кислотного числа. Введ. 01.01.2014. – М. : Стандартинформ, 2014. – 3 с.
10. ГОСТ Р 51487–99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа. Введ. 01.01.2001. – М. : Стандартинформ, 2004. – 4 с.
11. ГОСТ Р 53161–2008 (ИСО 5495:2005). Органолептический анализ. Методология. Метод парного сравнения. Введ. 01.01.2010. – М. : Стандартинформ, 2009. – 7 с.
12. Владимирский П. В., Башкин Н. В., Ливинская С. А. Совершенствование схемы теххимического контроля при рафинации растительных масел // Масложировая промышленность. – 2008. – № 6. – С. 16–19.

REFERENCIS

1. Livinskij A. A. Masla raznye vazhny, masla raznye nuzhny... // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 2011. – № 2. – С. 4–7.
2. Primenenie rastitel'nogo masla v kulinarii [Ehlektronnyj resurs] / ZAO «DonMasloProdukt». – Rezhim dostupa : <http://donmasloproduct.ru/stati/primenenie-rastitelnogo-masla-v-kulinarii> (data obrashheniya: 18.11.2017).
3. Oksenojt G. K. Rossiya i strany mira. 2016 [Ehlektronnyj resurs] : stat. sb. / Rosstat. – M., 2016. – 379 s. – Rezhim dostupa : http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/world16.pdf (data obrashheniya: 18.11.2017).
4. KHitrov S. Skol'ko pesen o masle propeto... Obzor mirovogo rynka rastitel'nogo masla [Ehlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=1811> (data obrashheniya: 18.11.2017).
5. Kak po maslu. Ehksperty proverili kachestvo i bezopasnost' populyarnyx marok rafinirovannogo podsolnechnogo masla [Ehlektronnyj resurs] / Kachestvo.ru. Potrebitel'skie testy i obzory. – Rezhim dostupa : http://kachestvo.ru/pischa/eda/eda_17038.html (data obrashheniya: 18.11.2017).
6. Tekhnicheskij reglament na maslozhirovuyu produktsiyu TR TS 024/2011 [Ehlektronnyj resurs] // SPS «KonsultantPlyus». – Rezhim dostupa : <http://www.consultant.ru> (data obrashheniya: 18.11.2017).
7. GOST 1129–2013. Maslo podsolnechnoe. Tekhnicheskie usloviya. Vved. 01.07.2014. – M. : Standartinform, 2014. – 7 s.
8. GOST R 51074–2003. Produkty pishhevye. Informatsiya dlya potrebitelya. Obshhie trebovaniya [Ehlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/2080> (data obrashheniya: 18.11.2017).
9. GOST 31933–2012. Masla rastitel'nye. Metody opredeleniya kislotnogo chisla. Vved. 01.01.2014. – M. : Standartinform, 2014. – 3 s.
10. GOST R 51487–99. Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Metod opredeleniya perekisnogo chisla. Vved. 01.01.2001. – M. : Standartinform, 2004. – 4 s.
11. GOST R 53161–2008 (ISO 5495:2005). Organolepticheskij analiz. Metodologiya. Metod parnogo sravneniya. Vved. 01.01.2010. – M. : Standartinform, 2009. – 7 s.
12. Vladimirskij P. V., Bashkin N. V., Livinskaya S. A. Sovershenstvovanie skhemy tekhnokhimicheskogo kontrolya pri rafinatsii rastitel'nykh masel // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 2008. – № 6. – С. 16–19.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
УДК 677.11:620.1

Орлов Александр Валерьевич

кандидат технических наук

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

aorlov@list.ru

Пашин Евгений Львович

доктор технических наук, профессор

Костромская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кострома, Россия

evgpashin@yandex.ru

МЕТОД ПОДГОТОВКИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРОБЫ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

В статье рассматривается проблема оценки линейной плотности волокнистого материала и описываются недостатки существующего метода оценки лубяных волокон. Предложено оценивать линейную плотность волокнистого материала с помощью систем машинного зрения. Были проведены экспериментальные исследования эффективности различных методик съемки и параметров преобразования изображения. На основании результатов эксперимента выявлены рекомендуемые условия получения изображения и представлена методика его подготовки для последующего анализа геометрии волокон. Для получения цифрового изображения волокон следует производить съемку пробы с фоновой подсветкой. В качестве алгоритма предварительной обработки предложено его адаптивное пороговое преобразование в бинарный вид с использованием размера окна $N = 31$ пикселей и постоянной порогового преобразования $C = 8$. В качестве критерия выбора использовалась величина отклонений средней толщины и совокупной длины изображений волокон в пробе.

Ключевые слова: волокно, цифровое изображение, линейная плотность, машинное зрение, пороговое преобразование, геометрические параметры волокна.

Структурными элементами текстильных материалов являются волокна, характеристики которых определяют их пригодность к машинной обработке и важнейшие эксплуатационные показатели качества получаемых готовых изделий. Поэтому задача быстрого и надежного определения этих характеристик была и остается актуальной [1, 2].

Одним из важнейших свойств текстильного сырья и полуфабрикатов является толщина волокон. Общепринято толщину волокон и нитей характеризовать косвенно, через массу единицы длины – линейную плотность, измеряемую в текс [3]. Однако в случае анализа лубяных волокон определение линейной плотности производится методом, основанным на учете расщепленности волокнистых комплексов. Для этого формируют пробу волокон (масса 100 мг) в виде отрезков длиной 10 мм и производят подсчет количества единичных волокон с учетом их ответвлений [4].

Проведенный анализ использования такого метода выявил его недостатки, обусловлен-

ные особенностями структуры волокон [5]. Прежде всего, это касается невозможности учета внутренних расщеплений и приблизительно учета ответвлений волокон. Поэтому используемая методика подсчета количества волокон в пробе не позволяет судить о различиях технических волокон с разной их структурой.

При анализе возможностей применения к лубяным волокнам известных методов контроля аналогичного показателя для шерсти и хлопка на основе микроскопии [6] была выявлена нецелесообразность их использования. Дело в том, что замер величины внутренних расщеплений, а также длины ответвлений у лубяных волокон при их числе в пробе более 400 шт. и более будет значительно увеличивать продолжительность анализа, делая его более трудоемким и не пригодным для практического использования.

Альтернативой ручному подсчету в данном методе может являться использование систем технического зрения (computer vision), производящих анализ изображения и выделение индивидуальных объектов с помощью вычислительной техники [7]. Применительно к определению количества волокон указанные системы

могут использоваться для выявления индивидуальных волокон, определения их геометрических характеристик, а также дефектов внутренней структуры (расщепления и ответвления). Такой подход сравнительно дешев в реализации, но требует контроля условий съемки и предварительной подготовки цифрового изображения.

Важнейшим этапом подготовки изображения пробы к анализу является нахождение таких условий получения исходного изображения и его преобразования в бинарный вид, при которых будет вноситься как можно меньше искажений по геометрическим параметрам волокон.

Для повышения контрастности исходного изображения по результатам предварительно проведенных нами исследований рекомендовано производить съемку пробы с фоновой подсветкой. Такие условия съемки упрощают обнаружение внутренних полостей волокон, а также уменьшают влияние цвета, отражающей способности и образующихся у границ волокон теней. Это положительно сказывается на эффективности преобразования изображения в бинарный вид.

Отметим, что степень детализации изображения может оказывать неоднозначное влияние на полученный результат: чрезмерно низкая детализация не позволит произвести оценку геометрических размеров изображенных объектов с достаточной степенью точности, а чрезмерно высокая – требует значительных вычислительных ресурсов для обработки изображения.

В области технического зрения при редактировании цифровых изображений принятой является разметка объектов, которые следует идентифицировать, белым цветом, а окружающего их фона – черным [7]. Тем не менее требуется максимальное исключение возможной ошибочной разметки фрагментов фона как полезных объектов, а также потери или искажения элементов полезных объектов, в нашем случае – волокон.

Поэтому была поставлена задача по обоснованию начального преобразования сформированных цифровых изображений, на которых черные пиксели – фон, а белые – анализируемые волокна с особенностями их структуры. Для этого использовали существующую библиотеку алгоритмов технического зрения OpenCV [8].

Применительно к известным алгоритмам выделяют два основных подхода к преобразованию изображения из оттенков серого в бинарный вид (бинаризации): простое и адаптивное пороговое преобразование [8]. При первом подходе яркость пикселей изображения сравнивают с предварительно заданным пороговым значением. Заметим, что существуют различные варианты выбора значения указанного порога яркости, но это пороговое значение остается не-

изменным для всего изображения. Однако серьезным недостатком такого подхода является невозможность обработки изображений с плавной вариацией яркости в различных областях. Такие изображения могут быть получены при неравномерном освещении исходного объекта.

Пример подобных изображений и результатов их обработки приведен на рис. 1, полученном при использовании цифрового микроскопа Levenhuk DTX 90.

Как следует из анализа иллюстраций, такой подход является весьма требовательным к освещению объекта съемки – недостаточно равномерное освещение приводит к невозможности выбора порога бинаризации, позволяющего отделить объекты (волокна пробы) от фона.

Поэтому целесообразно использовать адаптивное пороговое преобразование, основанное на принципе вычисления средней яркости в окрестности точки. Для этого задаются два значения – размер N окрестности в пикселах, и константа C , которая определяет степень отличия яркости пиксела от средней яркости по его окрестности. Пример использования адаптивного алгоритма применительно к объектам, изображенным на рис. 1, представлен на рис. 2.

Для выявления рациональных условий предложенного варианта преобразования были проведены экспериментальные исследования.

Формировали два блока изображений: исходные и бинарные (синтетические). Затем оператор с помощью графического редактора GIMP (инструмент «Измеритель») определял линейные размеры волокон (в пикселах) на исходном и бинарном изображении: их среднюю толщину и суммарную длину. Значения этих размеров, полученные на исходном изображении, считали контрольными.

Формирование бинарных изображений производили при разных значениях размера окна N и постоянной C адаптивного порогового преобразования. Их значения принимали, соответственно, в диапазоне N от 9 до 101 пикселей, а C от 0 до 30 единиц интенсивности. Применяли следующую градацию: для N значения 9, 15, 31, 65, 101; для C – 4, 6, 8, 15, 20, 30.

Далее для каждой пары изображений находили величину относительного изменения толщины ΔT и суммарной длины ΔL волокон, используя следующую формулу:

$$\Delta T = \frac{T_{исх} - T_{синт}}{T_{исх}} 100 \%,$$

где $T_{исх}$ – средняя толщина волокон на исходном изображении, пиксел;

$T_{синт}$ – средняя толщина волокон на синтетическом изображении, пиксел.

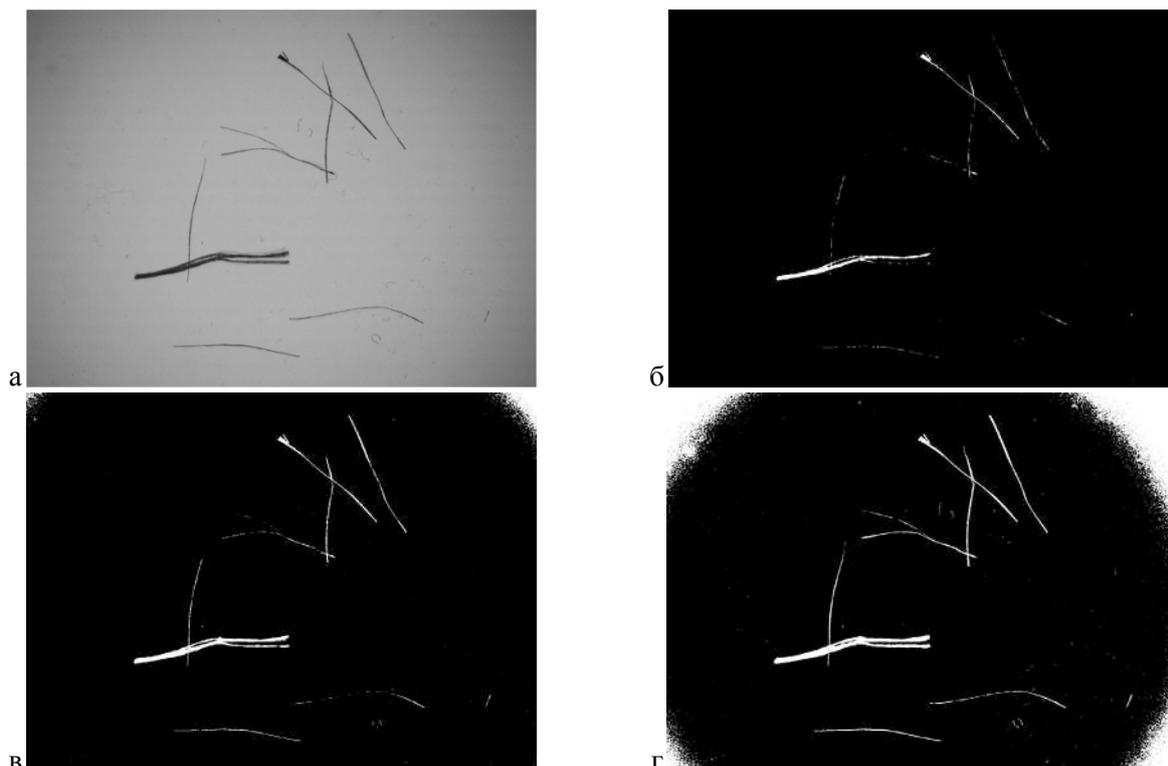


Рис. 1. Результаты работы алгоритма обычного порогового преобразования при различных значениях порога:

а – исходное изображение; б – ложно-отрицательный результат (потеря объектов) при заниженном значении порога бинаризации; в – сочетание ложно-отрицательных и ложно-положительных результатов при среднем значении порога бинаризации; г – ложно-положительный результат (ложные объекты) при завышенном значении порога бинаризации

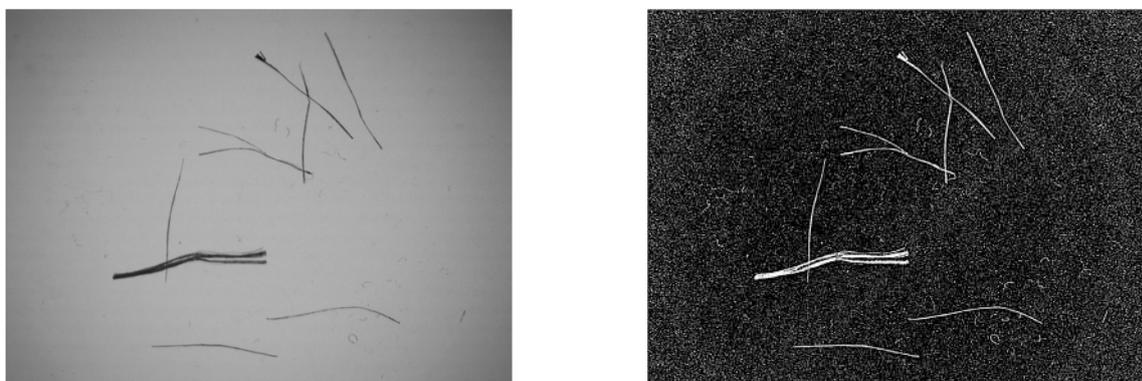


Рис. 2. Результат использования адаптивного порогового алгоритма

Аналогично

$$\Delta L = \frac{L_{исх} - L_{синт}}{L_{исх}} 100 \%,$$

где $L_{исх}$ – суммарная длина волокон на исходном изображении, пиксел;

$L_{синт}$ – суммарная длина волокон на синтетическом изображении, пиксел.

В итоге получили эмпирические зависимости $\Delta T = f(N; C)$ и $\Delta L = f(N; C)$. Их графическое представление дано на рис. 3 и 4.

В качестве критерия выбора оптимальных значений параметров N и C было принято наименьшее отклонение линейных размеров отдельных волокон на бинарном изображении от контрольных значений соответствующих величин на исходном изображении.

Из полученных результатов следует, что при $N \approx 31$ пиксел и $C \approx 8$ отклонений ΔT и ΔL являются минимальными. Потому они были приняты для использования при реализации адаптивного порогового алгоритма.

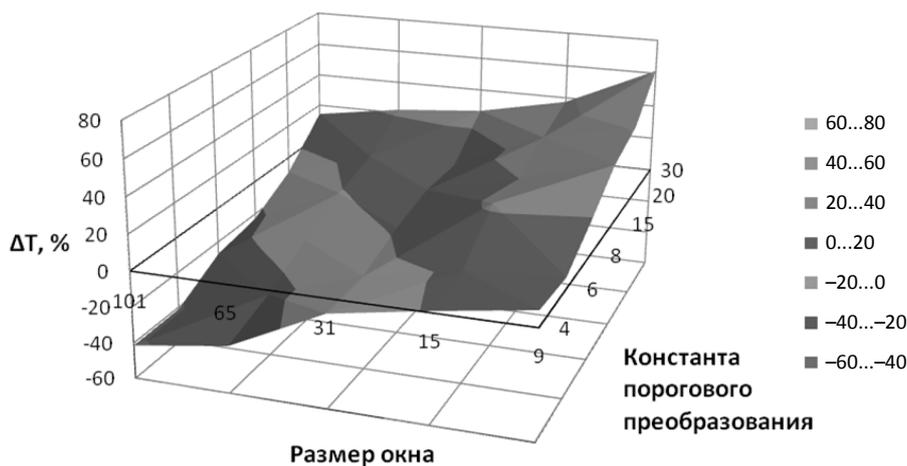


Рис. 3. Зависимость изменения средней толщины ΔT от величин N и C

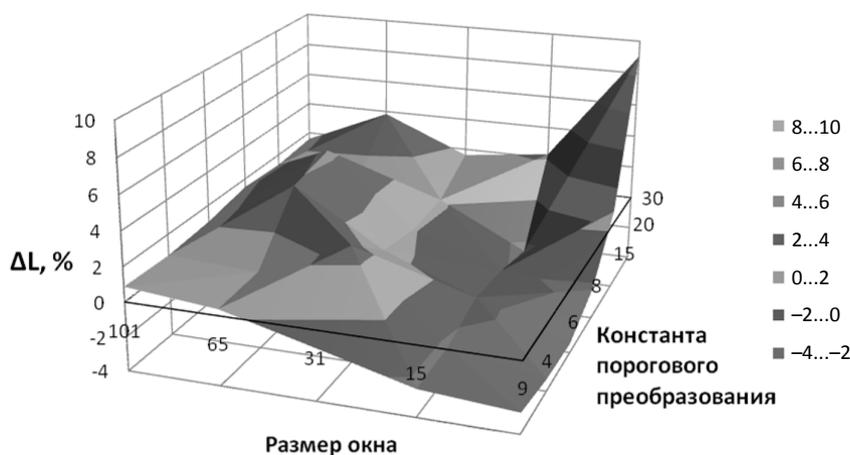


Рис. 4. Зависимость изменения суммарной длины ΔL от величин N и C

Выводы

1. Используемый на практике стандартный метод определения линейной плотности лубяных волокон с учетом их расщепленности обладает недостатками. Это связано с невозможностью контроля внутренних расщеплений и недостаточно точным учетом длины ответвлений у волокон. Для их устранения целесообразно использовать системы технического зрения,

обеспечивающие эффективный анализ элементов структуры цифровых изображений.

2. Для редактирования исходных изображений предложено использовать его адаптивное пороговое преобразование в бинарный вид посредством применения размера окна $N = 31$ пиксел и постоянной порогового преобразования $C = 8$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюхин С. М., Шустов Ю. С. Текстильное материаловедение. – М. : КолосС, 2013. – 360 с.
2. Козлов А. Б. Проблемы контроля волокнистых материалов в текстильной технологии и пути их решения // Автоматизированные системы в текстильной промышленности. – М. : МГТА, 1993. – С. 3–4.
3. ГОСТ 10878–70 (СТ СЭВ 2676–80). Материалы текстильные. Линейная плотность в единицах текс и основной ряд номинальных линейных плотностей. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.
4. Испытания лубоволокнистых материалов / В. В. Городов, С. Е. Лазарева, И. Я. Лунёв [и др.]. – М. : Легкая индустрия, 1969. – 208 с.
5. Пашин Е. Л., Орлов А. В. Учет особенностей структуры лубяных волокон при оценке их линейной плотности // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 6.

6. Разумеев К. Э., Пашин Е. Л., Плеханов А. Ф. Классификация и методы испытаний отечественного натурального текстильного сырья : учеб. пособие. – Одинцово : Одинцовский гуманитарный ин-т, 2013. – 375 с.
7. Ким Н. В. Обработка и анализ изображений в системах технического зрения. – М. : МАИ, 2001. – 164 с.
8. OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата обращения: 24.01.2018).

REFERENCES

1. Kiryuhin S. M., SHustov YU. S. Tekstil'noe materialovedenie. – М. : KolosS, 2013. – 360 s.
2. Kozlov A. B. Problemy kontrolya voloknistyh materialov v tekstil'noj tekhnologii i puti ih resheniya // Avtomatizirovannye sistemy v tekstil'noj promyshlennosti. – М. : MGTA, 1993. – S. 3–4.
3. GOST 10878–70 (ST SEHV 2676–80). Materialy tekstil'nye. Linejnaya plotnost' v edinichah teks i osnovnoj ryad nominal'nyh linejnyh plotnostej. – М. : Izd-vo standartov, 1988. – 6 s.
4. Ispytaniya lubovoloknistyh materialov / V. V. Gorodov, S. E. Lazareva, I. Ya. Lunyov [i dr.]. – М. : Legkaya industriya, 1969. – 208 s.
5. Pashin E. L., Orlov A. V. Uchet osobennostej struktury lubyanyh volokon pri ocenke ih linejnoj plotnosti // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2017. – № 6.
6. Razumeev K. E., Pashin E. L., Plekhanov A. F. Klassifikaciya i metody ispytanij otechestvennogo natural'nogo tekstil'nogo syr'ya : ucheb. posobie. – Odincovo : Odincovskij gumanitarnyj in-t, 2013. – 375 s.
7. Kim N. V. Obrabotka i analiz izobrazhenij v sistemah tekhnicheskogo zreniya. – М. : МАИ, 2001. – 164 s.
8. OpenCV [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (data obrashcheniya: 24.01.2018).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
УДК 814.8

Мартынова Дина Юрьевна

кандидат технических наук, доцент

Белявский Евгений Анатольевич

студент 5 курса специальности «Пожарная безопасность»

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия

martinova@inbox.ru, b_e-a@mail.ru

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ АВАРИИ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Авторы приходят к выводу, что увеличение плотности застройки городов, рост населения и числа частных автомобилей приводит к увеличению количества АЗС и расположению в непосредственной близости от них коммерческих и жилых зданий. В связи с этим потенциальные аварии на АЗС представляют значительную опасность для населения любого города. В статье представлены результаты расчета и оценка вероятности воздействия на человека поражающих факторов, образующихся в результате аварийной разгерметизации резервуара автомобильной цистерны с бензином на АЗС города Сургута. Расчет параметров поражающих факторов проводился с использованием написанной программы для ЭВМ. Предложены критерии и метод оценки потенциальной опасности АЗС. С помощью этого метода оценки был составлен рейтинг потенциальной опасности АЗС города Сургута.

Ключевые слова: автомобильная заправочная станция, авария, опасность, поражающие факторы, вероятность поражения человека, программа для ЭВМ, рейтинг, безопасность жизнедеятельности.

Согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» [1], размер парка легковых автомобилей Российской Федерации в 2016 году достиг 41,9 млн машин. На фоне роста автопарка увеличивается потребление автомобильного топлива и, как следствие, количество АЗС. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, количество АЗС в Российской Федерации составляет 29 500 шт.

Несмотря на то что АЗС не является опасным производственным объектом [2], технологические процессы АЗС являются взрывопожароопасными. Опасность представляют такие технологические процессы, как отпуск топлива через топливораздаточные колонки, хранение автомобильного топлива, сливные операции топлива из автомобильной цистерны в резервуар топливохранилища.

Рост городов, увеличение количества автомобилей и плотности застройки приводит к ситуации, что в непосредственной близости от АЗС стали появляться как коммерческие стоянки, так и коммерческие и жилые здания. Так, на территории города Сургута расположено более 50 АЗС и у 22 % из них на расстоянии менее 100 м находятся жилые здания, а одна из АЗС

находится на расстоянии 65 м от дошкольного образовательного учреждения. В связи с этим потенциальные аварии на АЗС представляют значительную опасность для жителей города Сургута, проживающих или работающих в организациях, расположенных на периферии АЗС.

Развитие аварийной разгерметизации резервуара автомобильной цистерны, расположенной на территории АЗС, может пойти по сценариям:

- пролив – воспламенение пролива;
- мгновенное воспламенение – огненный шар;
- пролив – испарение – взрыв топливно-воздушных смесей.

Исходя из возможных сценариев развития аварии, были определены основные поражающие факторы, образующиеся в результате аварии:

- тепловое излучение при пожаре пролива бензина;
- тепловое излучение и время существования огненного шара;
- избыточное давление и импульс фазы сжатия ударной волны, образующейся при сгорании паровоздушной смеси.

Для расчета параметров поражающих факторов аварии и вероятности поражения ими человека были адаптированы и дополнены необходимыми формулами методики, утвержденные приказом МЧС России № 404 от 10.07.2009 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» [3]. Учитывая объемы методик и количество рассматриваемых объектов, целесообразно автоматизировать расчеты, что повысит качество расчетов и уменьшит трудозатраты на их проведение. Поэтому была написана программа для ЭВМ, которая проводит

расчет количественного значения параметров поражающих факторов.

Воздействия основных поражающих факторов при аварийной разгерметизации резервуара автомобильной цистерны с бензином на АЗС города Сургута рассчитаны для условий, приведенных в таблице. Расчет параметров поражающих факторов и вероятности поражения ими человека проводился для более 300 объектов, находящихся на периферии 47 АЗС города Сургута. Рассматривались ситуации, когда человек находился в области объекта на периферии АЗС.

Таблица

Исходные данные для прогнозирования поражающих факторов

Наименование показателя	Значение показателя
Максимальная среднемесячная температура	23,5 °С
Максимальная среднемесячная скорость ветра	3,7 м/с
Объем автомобильной цистерны	15 м ³
Утечка 100 % бензина от объема цистерны	
Условия растекания	Свободное, асфальтное покрытие
Класс окружающего пространства	Средне загроможденное (III класс)

Согласно результатам расчета, наиболее опасным сценарием развития аварии является «пролив – огненный шар». Вероятность поражения человека дозой теплового излучения составляет 100 % даже на расстоянии больше 100 м. Сценарий развития аварии «пролив – испарение – взрыв ТВС» является не менее опасным. Избыточное давление во фронте ударной волны достигает $\Delta P = 21,70$ кПа на расстоянии 30 м, вероятность поражения человека в этом случае составляет 67 %.

Тепловое излучение пожара пролива представляет опасность на расстоянии до 45 м от геометрического центра пролива, где вероятность поражения человека составляет 9...79 %. Наибольшую опасность этот сценарий представляет на АЗС, находящейся по адресу улица Игоря Киртбая, 10, где вероятность поражения человека у жилого здания на расстоянии 21,7 м достигает 79 %.

В случае реализации сценариев аварийной разгерметизации резервуара автомобильной цистерны вероятность поражения людей достигает больших значений, что, с учетом количества объектов на периферии АЗС и вероятности нахождения людей в области этих объектов, приведет к потенциальным большим жертвам.

Таким образом, на возможность поражения людей, находящихся возле АЗС города, оказывают влияние следующие основные факторы:

удаленность нахождения людей; количество объектов на периферии АЗС; возможность нахождения людей у объектов на периферии АЗС.

Обобщая все полученные данные, была разработана балльная система оценки потенциальной опасности, которая включает следующие критерии: количество объектов на периферии АЗС; суммарная вероятность поражения человека в области объекта на периферии АЗС; социальное значение объекта на периферии АЗС.

Баллы потенциальной опасности АЗС определяются по формуле

$$N = \sum_{n=1}^i \left(k_n \frac{P_n}{100} \right), \quad (1)$$

где i – количество объектов на периферии АЗС;
 P_n – суммарная вероятность поражения человека в области расположения n -го объекта, %;
 k_n – коэффициент, отображающий социальное значение n -го объекта:

$$k_n = \begin{cases} 6, & \text{для жилых, образовательных} \\ & \text{и общественных объектов} \\ 3, & \text{для коммерческих и административных} \\ & \text{объектов;} \\ 1, & \text{хозяйственные корпуса и зоны} \\ & \text{парковки.} \end{cases}$$

По полученным данным для АЗС города Сургута был составлен рейтинг потенциальной опасности АЗС города Сургута. Согласно полученному рейтингу, наибольшую потенциальную

опасность для жителей города Сургута представляют АЗС, располагающиеся по адресам: ул. Игоря Киртбая, 10 (66,78 балла); ул. Гагарина, 7 (49,1 балла); проспект Мира, 46 (47,57 балла); ул. Геологическая, 6 (41,88 балла); ул. Крылова, 55 (41,22 балла). Некоторые АЗС имеют 0 баллов потенциальной опасности, например АЗС по адресу ул. Аэрофлотская, 17. Это связано с тем, что на периферии АЗС отсутствуют объекты. В том случае, если будет произведена застройка территории вокруг этих АЗС, возрастет их потенциальная опасность.

Написанная программа для ЭВМ может быть использована для проведения расчетов параметров поражающих факторов по оценке по-

жарных рисков в соответствии с требованиями приказа МЧС России № 404 от 10.07.2009 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». Программа для ЭВМ была успешно апробирована на базе БУ ВО «Сургутский государственный университет» и получила положительный отзыв кафедры безопасности жизнедеятельности этого университета.

Результаты расчета вероятности поражения человека опасными факторами аварии могут быть использованы широким кругом заинтересованных организаций различного профиля, имеют практический интерес для подразделений МЧС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Динамика автопарка легковых автомобилей Российской Федерации [Электронный ресурс] // Аналитическое агентство «АВТОСТАТ». – Режим доступа : <https://www.autostat.ru/infographics> (дата обращения: 01.11.2017).
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 // Информационно-правовой портал «Гарант.ру». – Режим доступа : <http://www.garant.ru> (дата обращения: 01.11.2017).
3. ГОСТ Р 12.3.047–2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электронный ресурс]. Введ. 01.01.2014 // Информационно-правовой портал «Гарант.ру». – Режим доступа : <http://www.garant.ru> (дата обращения: 01.11.2017).

REFERENCES

1. Dinamika avtoparka legkovykh avtomobilej Rossijskoj Federatsii [Ehlektronnyj resurs] // Analiticheskoe agentstvo «AVTOSTAT». – Rezhim dostupa : <https://www.autostat.ru/infographics> (data obrashheniya: 01.11.2017).
2. O promyshlennoj bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov [Ehlektronnyj resurs] : Federal'nyj zakon № 116-FZ ot 21.07.1997 // Informatsionno-pravovoj portal «Garant.ru». – Rezhim dostupa : <http://www.garant.ru> (data obrashheniya: 01.11.2017).
3. GOST R 12.3.047–2012. Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharnaya bezopasnost' tekhnologicheskikh protsessov. Obshhie trebovaniya. Metody kontrolya [Ehlektronnyj resurs]. Vved. 01.01.2014 // Informatsionno-pravovoj portal «Garant.ru». – Rezhim dostupa : <http://www.garant.ru> (data obrashheniya: 01.11.2017).

SUMMARY

TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

Brut-Brulyako A. B., Romanov V. V., Khomyakov Ye. S.

Kostroma State University, Kostroma, Russia

abbb1935@mail.ru, wwr52@rambler.ru, hes_math@rambler.ru

CORD TAUTNESS CONTRASTIVE ANALYSIS AFTER STRETCHING DEVICES
FOR LINEN YARN WARPING

The article contains results of a thread's tension analysis after a single-zone and a two-zone tensioner. A mathematical model for calculating a cord's tautness after a two-zone stretching device has been obtained. We display results of experiments by influence of the stretching device's construction and warping velocity on linen yarn tension when warping. The experiments were held on warper SP-140-2 at cords' speed motion in increments of 100 m per minute. Speed mode panel amounted from 100 to 400 m/min. The result is that level of thread's tension after a one-zone tensioner is twice lower, than after a two-zone tensioner. Using the two-zone tensioner NS-1 allows lowering unevenness of tension of linen thread half as great.

Keywords: tension, instrument, warping, model, velocity, yarn, flax, machine.

MATERIAL SCIENCE (in the field of textile works and light industry)

Chagina L. L., Ryzhov Ye. S.

Kostroma State University, Kostroma, Russia

lyu-chagina@yandex.ru, eugeny.rizhow@yandex.ru

DETECTING OF THE DUTIES AND THE CHOISE OF THE MOST IMPORTANT MATERIALS
FEATURES, WHICH DETERMINE THE QUALITY OF THE WATER TRANSPORT AWNINGS

In the article, what is given are the results of the hierarchy structure building for the properties of materials used in the manufacture of running awnings for water transport by the expert way, based on the fuzzy set device appliance. Types of awning products depending on the field of use have been presented and the brief characteristic of the materials applied to their production has been given. The most significant properties of materials defining quality of running awnings for the water transport include: water permeability, breaking load, flexing resistance, light resistance, linear resizing, fireproofness. The resulted list of the most important properties is suggested to be used for complex quality index generation.

Keywords: awning, water transport, materials properties, expert appraisal, fuzzy set, water permeability, breaking load, light resistance.

Rudovsky P. N., Nekhoroshkina M. S.

Kostroma State University, Kostroma, Russia

pavel_rudovsky@mail.ru, nekhoshkina.ms@yandex.ru

SUBSTANTIATION OF EVALUATION PROCEDURE OF FLEXURAL STIFFNESS AND
DISSIPATION OF ENERGY OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF HANDS' SECURITY FACILITIES

The article deals with the problem of creation of instrumental methods of quality control of personal protective equipment (PPE) of hands working from impact influences in the form of mittens and gloves. It is established that an increase in the protective ability of PPE is accompanied by an increase in the resistance to bending of finger-stalls, which creates obstacles to normal manipulation of workers working with tools and instruments. The methods of checking the stiffness of PPE currently proposed do not take into account the specifics of their operation, use loading conditions that are far from being used in practice. The article proposes a method for testing samples in the form of finger-stalls, which are subjected to bending simulating bending during the operation of PPE. As a unit of quality indicators that allow assessing the impact of PPE on the ability to perform workflows, it is suggested to use bending stiffness and the scattering of mechanical energy per cycle of oscillations. These parameters are determined by the damping of free oscillations.

Keywords: hands' personal security facilities, impact actions, finger-stall, finger-stall stiffness, shock-excited oscillation method, energy dissipation per cycle of oscillations, quality metrics.

DESIGN**Galanin S. I., Lyapina A. S.**Kostroma State University, Kostroma, Russia
sgalanin@mail.ru, lasgirlru@gmail.com**RESEARCH OF COLOURISTIC CHARACTERISTICS OF NON-PRECIOUS METALS' AND ALLOYS' AND COSTUME JEWELLERY**

The colouristic characteristics of polished and matted surface of a number of non-ferrous metals and alloys, inserts and enamels used in the manufacture of jewellery were investigated. To measure the colour, the most convenient and widespread RGB colour model was used. Studies were conducted with warm white, naturally white and cold white light. Approximation of the characteristics of RGB surfaces of a number of alloys is shown for some parameters of illumination. The effect of compositions of various alloys and jewellery inserts on the local colour of the product was studied. It is shown that when selecting colour inserts for a particular jewellery item, analysis of the contrast between the metal and the insert is required and the ratio of their apparent areas of the surface, under which the metal or insert begins to dominate, is needed. On the basis of the research, recommendations were developed on the design of jewellery and costume jewellery products, taking into account the colouristic combination of the studied non-ferrous alloys, jewellery inserts and coatings with enamel of various colours and visible areas of the surface.

Keywords: non-ferrous metals and alloys colouristic characteristics, colour measurement, jewellery and costume jewellery design.

Usina I. B., Kamygina G. A.Kostroma State University, Kostroma, Russia
usinairina44@yandex.ru, gkamygina@mail.ru**DESIGNING JEWELLERY WITH NATURAL MATERIAL AMMONITE**

In the article, the characteristic artistic features of the natural ammonite material are singled out and described. The main attention in the work of the authors focuses on the design merits of ammonite as a material for the production of jewellery. Design sketches of jewellery from ammonite. Particular attention is paid to the problems of making jewellery, containing in their design these inserts. The options for replacing rare natural material with inserts made in cold enameling technology are considered.

Keywords: jewellery, natural material, ammonite, enameling technology.

TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT**Bukina S. V., Sitnikova T. A.**Kostroma State University, Kostroma, Russia
tmmbukina@yandex.ru, tatoshic27@mail.ru**DYNAMIC ANALYSIS OF A GANG WITH A HELP OF AUTOMATED ANALYSIS TAKING INTO ACCOUNT LOOM'S MAINSHAFT NON-UNIFORMITY ROTATION**

We derive analytical dependences characterising the mechanics of the steady motion of a machine unit in the paper, which will allow us calculating its dynamic performance. Taking into account all factors affecting the movement of links will reduce the tension of the process and uneven rotation of the main shaft. Calculations are given to determine the constant component of the reduced moment of inertia of the mass by the coefficient of unevenness of motion at the design stage of the machine unit in order to calculate more accurately the strength, stiffness, vibration resistance of parts and components of the lever mechanism.

Keywords: equation of motion, gang, drop test, reduced moment of inertia of mass, non-uniformity rotation coefficient, behavioural pattern, mainshaft.

Travin G. M., Kostroma State University, Kostroma, Russia**Kulyomkin Y. V.**, JSC "Central scientific research institute Machinery Detail", Moscow, Russia;**Privalov A. V.**, "Oil-Extracting Plant-1", Moscow, Russia

kaf_bi@ksu.edu.ru, techosnastka@bk.ru, mez1@mail.ru

DEVELOPMENT AND TESTING OF EFFECTIVE DESIGN OF HACKLE FOR HEMP FIBRE

The article presents the newly developed universal collapsible design of highly reliable and maintainable needle bar for combing hemp. For finishing steps of carding what is recommended, is a bar with two-row staggered order of plate needles that allows using needles of larger sectional area than with single-row needles. We have selected a set of bars with tightness of needles on the basis of a comparison with a single-row ones in respect to criterion of equality the efforts of combing. We have done functional test of the tacking under production conditions. It is proved that the prescribed distance between the needle rows provide effective removal of the tow from both rows. According to the results of engineering and production test, specifications for manufacturing special tacking for carding hemp fibres have been worked out.

Keywords: hemp, carding, needle tacking, collapsible design, plate needle, two-row bar.

CONSUMER LINES TECHNOLOGY

Livinskaya S. A., Livinskiy A. A., Dutikova N. A., Pavlova Yu. Ye., Seytaliyev P. I., Bratuhina M. K.

Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

livinskaya@mail.ru, livinskiy57@mail.ru, dutikova.nat@yandex.ru, poseurjill@mail.ru, seyteliyev@mail.ru, marinichik_13.95@mail.ru

THE RATIONALE FOR THE CHOICE OF SUNFLOWER OIL WHEN MANUFACTURING CULINARY PRODUCTS IN FOOD INDUSTRY ENTERPRISES

This article considers the problem of selecting the best sample in conditions with more subtle properties. Special attention is paid to the quality of oil used in cooking at the public catering enterprises, namely the problem of the influence of sensory characteristics of sunflower oil taste and smell of the finished product. We compared oil samples of different batches from several manufacturers, the values of safety indicators which are in conformity with the requirements. To identify differences in the course of sensory evaluation a paired comparison method was used, as well as an instrumental method – pH-metry. It was found that all samples of oils had an alkaline environment, resulting in deterioration of the flavour characteristics of the finished product. Using the method of paired comparison allowed us selecting the best sample, and what was also proven, was violation of technological modes in the production of refined deodorised sunflower oil under production conditions.

Keywords: quality, safety, organoleptic characteristics, paired comparison method, sunflower oil, catering facilities, palatability.

INFORMATION TECHNOLOGIES

Orlov A. V.

Kostroma State University, Kostroma, Russia

Pashin Ye. L.

Kostroma State Agricultural Academy, Kostroma, Russia

aorlov@list.ru, evgpashin@yandex.ru

A METHOD OF PREPARING A DIGITAL IMAGE OF BAST FIBRES SAMPLES FOR OPTICAL MEASUREMENT OF ITS GEOMETRIC PROPERTIES

This article is dedicated to a problem of measuring linear density of fibrous materials. Flaws of existing method of measuring linear density of bast fibres are described. The authors suggest measuring linear density using computer vision systems. Experiments have been conducted in order to compare different approaches to acquiring a digital image of bast fibre sample and to determining optimal values of threshold transformation parameters. Based on the experiment results, backlighting of the sample is suggested. The authors recommend using adaptive threshold transformation with window size $N = 31$ pixels and constant $C = 8$. As criteria for determining, recommended parameter values, deviation of average thickness and total length of fibres on the image have been used.

Keywords: fibre, digital image, linear density, computer vision, threshold transformation, fibre geometrics.

TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY**Martynova D. Yu., Belyavskiy Ye. A.**

Surgut State University, City of Surgut, Khanty-Mansi autonomous district, Russia

martynova@inbox.ru, b_e-a@mail.ru

ESTIMATION OF THE PROBABILITY OF THE IMPACT OF DESTRUCTIVE FACTORS UNDER CONDITIONS OF AN ACCIDENT AT A PETROL STATION

The authors conclude that increase of the urban development density, growth of population and raising of the private cars' quantity is leading to an increase of number of fuel stations located near commercial and residential buildings. In this regard, the potential accidents at fuel stations represent a significant danger for the population of any city. The article presents the results of calculation and assessment of the striking factors impact's probability of human injury, resulting from the emergency depressurisation of the road truck's reservoir with petrol at a potential petrol station in the City of Surgut, Russia. The damaging factors' parameters were calculated with a help of mainframe computer programme. The authors propose some criteria and methods for assessment of potential danger because of petrol stations. Using this assessment method, a rating of the potential danger of petrol stations of City of Surgut was drawn up.

Keywords: petrol filling station, accidents, hazard, damage, probability of human injury, mainframe computer programme, rating.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Направляемый в редакцию материал должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.

Все материалы следует представлять в редакцию по электронной почте: e-mail: tik@ksu.edu.ru (для Смирновой Светланы Геннадьевны).

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (*.doc, *.docx, *.rtf). Если Вы используете нестандартный шрифт, приложите к письму копию статьи в формате PDF, а также файл с шрифтом. В качестве имени файла указывается фамилия, имя и отчество автора русскими буквами (например: Иванов Иван Иванович.doc).
2. Все статьи проходят проверку на обнаружение текстовых заимствований в системе «Антиплагиат». Редакция принимает статьи, оригинальность которых составляет не менее 80 %. При проверке используется сайт: <http://www.antiplagiat.ru>.
3. Компьютерный набор статьи должен удовлетворять следующим требованиям: формат – А4; поля – по 2,5 см со всех сторон; гарнитура (шрифт) – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,5; абзацный отступ – 1,25 см.
4. Максимальный объем текста статьи с аннотацией, ключевыми словами и библиографическим списком – не более 14 страниц машинописного текста.
5. Аннотация к статье должна быть объемом 100–120 слов. Количество ключевых слов – от 7 до 10.
6. Ф. И. О. автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация должны быть переведены на английский язык.
7. Информация о финансировании (ссылки на гранты и пр.) указывается в круглых скобках сразу после названия статьи на русском языке.
8. Список литературы должен быть представлен в порядке упоминания. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием номера издания по списку литературы и страниц. Например: [1, с. 256], [2, т. 5, с. 25–26].
9. Единицы измерения приводятся в соответствии с Международной системой единиц (СИ).
10. Рисунки, схемы, диаграммы. В качестве иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Они должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 2).
Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунка следует сохранять в форматах jpg, tif (Grayscale – оттенки серого, разрешение – не менее 300 dpi).
11. Таблицы. Каждую таблицу следует снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы должны быть предоставлены в текстовом редакторе Microsoft Word, располагаться в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретную таблицу, например (табл. 2). Структура таблицы должна быть ясной и четкой, каждое значение должно находиться в отдельной строке (ячейке таблицы). Все графы в таблицах должны быть озаглавлены. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. В таблицах возможно использование меньшего кегля, но не менее 10.
12. Формулы выполняются только в редакторе MS Equation.
13. Десятичные дроби имеют в виде делительного знака запятую (0,78), а при перечислении десятичных дробей каждая из них отделяется от другой точкой с запятой (0,12; 0,087).

Построение статьи

Убедительная просьба соблюдать порядок построения статьи!

Каждый новый пункт не нужно нумеровать, но порядок размещения материала должен соответствовать представленному ниже списку.

1. Отрасль наук и специальность.
2. Индекс УДК (присваивается в библиотеке по названию статьи и ключевым словам).
3. Фамилия, имя, отчество автора (полностью).
4. Ученая степень и ученое звание.
5. Полное название организации, город, страна (в именительном падеже) – место работы или учебы автора.
6. Адрес электронной почты для каждого автора.
7. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
8. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
- 8а. (Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.)
9. Аннотация (100–120 слов).
10. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
11. Ф.И.О. автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
12. Текст статьи.
13. Список литературы (указывается в порядке упоминания, нумеруется).

Правила составления аннотации к научной статье

Аннотация к научной статье представляет собой краткую характеристику текста с точки зрения его назначения, содержания, вида, формы и других особенностей. Она передает главную, ключевую, идею текста до ознакомления с его полным содержанием. Научная аннотация условно делится на три части:

I. Презентация вопроса или проблемы, которым посвящена статья.

II. Описание хода исследования.

III. Выводы: итоги, которых удалось достичь в результате проведенного исследования.

В аннотации не допускается привлечение дополнительной информации (биографические данные, историческая справка, отступления, рассуждения и т. д.). В тексте аннотации не должны использоваться очень сложные предложения, изложение строится в научном стиле.

Фразы, рекомендуемые для написания аннотации к научной статье:

- В данной статье рассматривается проблема...
- Обосновывается идея о том, что...
- В статье затрагивается тема...
- Дается сравнение...
- Статья посвящена комплексному исследованию...
- В статье раскрываются проблемы...
- Особое внимание в статье уделено...
- В статье анализируется...
- Автор приходит к выводу, что...
- Основное внимание в работе автор акцентирует на...
- Выделяются и описываются характерные особенности...
- Статья посвящена актуальной проблеме...
- В статье обобщен новый материал по исследуемой теме, в научный оборот вводятся...
- Предложенный подход будет интересен специалистам в области...
- В статье речь идет о...
- Статья посвящена детальному анализу...
- Статья раскрывает содержание понятия...
- Обобщается практический опыт...

- В статье исследуются характерные признаки...
- Автор дает обобщенную характеристику...
- В статье проанализированы концепции...
- В статье приведен анализ взглядов исследователей...
- В данной статье предпринята попытка раскрыть основные причины...
- Автор стремится проследить процесс...
- В статье дан анализ научных изысканий...

Пример оформления статьи

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 677.02.001.05

Исроилов Азамат Хисайнович

аспирант

Жуков Владимир Иванович

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

Isroilov-azamat@mail.ru, zhukov_v_i_51@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ СВЕРХМАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

В данной статье приводится анализ свойств чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности для определения технологических параметров ее возможной выработки, обоснование необходимости выработки данной пряжи в промышленных масштабах и ее конкурентоспособности на рынке, а также сравнение таких технологических параметров, как линейная плотность, крутка, удельная разрывная нагрузка, с существующими в настоящее время нормативами и стандартами. Крутка пряжи определялась графоаналитическим способом и по действующим нормативам и рекомендациям сравнивалась с пряжей максимально близкой по параметрам, указанной в нормативных документах. Для приблизительной оценки прочностных характеристик пряжа так же сравнивалась с пряжей, наиболее близкой по линейной плотности по ГОСТ. По каждому сравнению сделаны выводы о соответствии характеристик сверхтонкой чистольняной пряжи современным требованиям.

Ключевые слова: крутка, удельная разрывная нагрузка, чистольняная пряжа, сверхмалая линейная плотность, графоаналитический способ, выработка пряжи, прочностные характеристики.

Isroilov A. H., Zhukov V. I.

Kostroma State University, Kostroma, Russia

isroilov-azamat@mail.ru, zhukov_v_i_51@mail.ru

FEATURES OF ULTRA-SMALL PURE FLAX YARN WITH A LINEAR DENSITY

In this paper, we analyse the properties of pure flax yarn of ultra-low linear density to determine the technological parameters of its possible development. There is justification of the need for this yarn on an industrial scale and its competitiveness in the market. There is comparison of such technological parameters as linear density, twist, unit tenacity with current regulations and standards. Twist of yarn was determined by the graphical-analytical method, and according to the current regulations and the recommendations was compared with the most similar possible yarn specified in regulations. For strength properties' rough estimate, yarn was similarly compared with the most similar (by linear density) possible yarn specified in the GOST (Russian state standard). Relevant conclusions on characteristics of ultrathin pure flax yarn relative to modern requirements have been made on each comparison.

Keywords: twist, unit tenacity, pure flax yarn, ultra-low linear density, graph-analytic method, making yarn, strength properties.

Текст статьи...

Библиографический список

© Исроилов А. Х., Жуков В. И., 2017.

Примеры оформления библиографических ссылок на источники цитирования

Моноиздания

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия автора, инициалы. Название издания / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Количество страниц.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Дементьева А. Г., Соколова М. И. Управление персоналом : учебник. – М. : Магистр, 2008. – 287 с.

Природопользование и среда обитания. Системный подход : монография / С. И. Кожурин [и др.] ; под общ. ред. Р. М. Мифтахова. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2005. – 102 с.

Многотомное издание

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет.

Например:

Гоголь Н. В. Полн. собр. соч. : в 14 т. – М. : Изд-во АН СССР, 1937–1952.

Если в библиографическом списке Вы указываете многотомное издание, в тексте статьи в квадратных скобках необходимо приводить не только порядковый номер источника в списке и страницы, но и том: [4, т. 9, с. 324].

Один том из многотомного издания

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания: Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Том (Часть). – Количество страниц.

Например:

Блонский П. П. Избранные психологические и педагогические произведения : в 2 т. – М. : Педагогика, 1979. – Т. 2. – 399 с.

Сборники

Название сборника : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Место издания : Издательство, год выхода в свет. – Количество страниц.

Например:

Методологические проблемы современной науки / сост. А. Т. Москаленко ; ред. А. И. Иванов. – М. : Политиздат, 1979. – 295 с.

Статьи из сборников

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название сборника статей : вид издания / сведения об ответственности, включающие наименование организации ; сведения о составителях и т. п. – Место издания, год издания. – Страницы начала и конца статьи.

Например:

Киселев М. В., Зайков К. В. Моделирование однослойных тканых структур технического назначения // Инновационное развитие легкой промышленности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. молодых

специалистов и ученых, 16–18 ноября 2016 г. / М-во образования и науки РФ, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – С. 51–54.

Статьи из журналов

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название журнала. – Год издания. – Номер тома (если есть). – Номер выпуска. – Страницы начала и конца статьи.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Безъязычный В. Ф., Михайлов С. В. Кинематический анализ формирования сливной стружки // Вестник машиностроения. – 2003. – № 11. – С. 48–50.

Исследование химического состава волокон льна различных селекционных сортов / А. Н. Иванов, Н. Н. Чернова, А. А. Гурусова, Т. В. Ремизова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986. – № 1. – С. 19–21.

Статьи из газет

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название газеты. – Год издания. – Номер или дата выпуска.

Например:

Райцын Н. С. В окопах торговых войн // Деловой мир. – 1993. – 7 окт.

Справочные издания, энциклопедии, словари

Название : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Номер переиздания (если есть). – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина и Л. Н. Гинзбурга. – М. : Легпромбытиздат, 1991. – 544 с.

Статьи из энциклопедий, словарей

Фамилия и инициалы автора. Название главы, статьи (или другой составной части издания) // Название издания / сведения о составителях и т. п. – Место издания : Издательство, год издания. – Том (если есть). – Страницы начала и конца главы, статьи.

Например:

Дойников А. С. Цветовая температура // Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Большая российская энциклопедия, 1999. – Т. 5. Стробоскопические приборы – Яркость. – С. 691–692.

Диссертации

Фамилия и инициалы автора. Название диссертации : дис. ... канд. (д-ра) отрасли науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Киселева М. В. Моделирование гибкости и прочности льняного волокна для прогнозирования его прядильной способности : дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2002. – 267 с.

Авторефераты диссертаций

Фамилия и инициалы автора. Название автореферата диссертации : автореф. дис. ... канд. (д-ра) отрасль науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Сюй Цзэпин. Воздействие интенсивного излучения мягкого рентгеновского диапазона на полимер : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2002. – 16 с.

Патентные документы

Патент (заявка, авторское свидетельство), №, страна. Название патента / Автор. – № заявки ; сведения о дате заявки и опубликования. – Количество страниц.

Например:

Пат. РФ № 164083 С21D 1/00. Устройство электролитного нагрева металлических изделий / Белкин П. Н., Кусманов С. А., Смирнов А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Костромской государственной университет имени Н. А. Некрасова». № 2015152006/02; заявл. 03.12.2015; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23. – 2 с.

А. с. СССР 870486, МКИ С23с 9/00. Способ химико-термической обработки изделий из металлов и сплавов / А. К. Товарков, В. Н. Дураджи; заявитель и патентообладатель Институт прикладной физики АН Молдавской ССР. № 28753449; заявл. 28.01.80; опубл. 07.10.81, Бюл. № 37. – 2 с.

Стандарты

ГОСТ XXXX–год. Название. – Дата введения. – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

ГОСТ 6309–93. Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия. – Введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 24 с.

Материалы из сети Интернет

Автор. Название материала (учебника, статьи и т. п.) [Электронный ресурс] : вид издания. – Режим доступа : информация о протоколе доступа к сетевому ресурсу (http) и его электронный адрес (сведения о дате обращения: число, месяц, год).

Например:

Сергеев Е. Ю. Вспомогательные (прикладные) дисциплины. Фотодело [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Санкт-Петербургский гос. ун-т сервиса и экономики, 2010. – Режим доступа : <https://www.litres.ru/sergeev-evgeniy-urevich/vspomogatelnye-prikladnye-discipliny-fotodelo> (дата обращения: 05.09.2017).

Рудовский П. Н., Соркин А. П., Смирнова С. Г. Проблемы технологии формирования ровницы для получения пряжи пониженной линейной прочности из льна [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ. – 2010. – № 2. – Режим доступа : <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2010-2-6.pdf> (дата обращения: 02.10.2017).

Приказ Минфина РФ от 30.03.2001 № 26н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет основных средств“» ПБУ 6/01» [Электронный ресурс] : в ред. от 27.11.2006 // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.10.2017).

Концепция национальной безопасности РФ [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300: в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24. – Режим доступа : http://oficery.ru/2008/01/31/jncercija_nacionalnoj_bezopasnosti_rf.html (дата обращения: 02.10.2017).

Официальный сайт компании Global Fund Management & Administration PLC [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.globalfund.ru> (дата обращения: 8.09.2017).

Отрасль в цифрах [Электронный ресурс] // Официальный сайт ИА REGNUM. – Режим доступа : www.regnum.ru/news/777704.html (дата обращения: 02.10.2017).

Архивные материалы

Например:

Записки о чумном бунте. Автограф // РО ИРЛИ. – Ф. 265. – Оп. 2. – Д. 1195. – Л. 7–10.

РГАЛИ. – Ф. 26. – Оп. 8. – Д. 231. – Л. 8.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Брут-Бруляко А. Б., Романов В. В., Хомяков Е. С. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ ПОСЛЕ НАТЯЖНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ СНОВАНИИ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ 3

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ (производство текстильной и легкой промышленности)

Чагина Л. Л., Рыжов Е. С. ФОРМИРОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ТЕНТОВ ДЛЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА 8

Рудовский П. Н., Нехорошкина М. С. ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ И ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РУК 12

ДИЗАЙН

Галанин С. И., Ляпина А. С. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ДЛЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ И БИЖУТЕРИИ 17

Усина И. Б., Камыгина Г. А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО МАТЕРИАЛА АММОНИТ 25

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Букина С. В., Ситникова Т. А. ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАШИННОГО АГРЕГАТА С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ГЛАВНОГО ВАЛА СТАНКА 28

Травин Г. М., Кулёмкин Ю. В., Привалов А. В. РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ ГРЕБЕННОЙ ПЛАНКИ ДЛЯ ЧЕСАНИЯ ПЕНЬКОВОЛОКНА 35

ТЕХНОЛОГИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ

Ливинская С. А., Ливинский А. А., Дутикова Н. А., Павлова Ю. Е., Сейталиев Р. И., Братухина М. К. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ 39

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Орлов А. В., Пашин Е. Л. МЕТОД ПОДГОТОВКИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРОБЫ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 43

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Мартынова Д. Ю., Белявский Е. А. ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ АВАРИИ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ 48

SUMMARY 51

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ 55

CONTENTS

TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

Brut-Brulyako A. B., Romanov V. V., Khomyakov Ye. S. CORD TAUTNESS CONTRASTIVE ANALYSIS AFTER STRETCHING DEVICES	3
---	---

MATERIAL SCIENCE (in the field of textile works and light industry)

Chagina L. L., Ryzhov Ye. S. DETECTING OF THE DUTIES AND THE CHOISE OF THE MOST IMPORTANT MATERIALS FEATURES, WHICH DETERMINE THE QUALITY OF THE WATER TRANSPORT AWNINGS	8
---	---

Rudovsky P. N., Nekhoroshkina M. S. SUBSTANTIATION OF EVALUATION PROCEDURE OF FLEXURAL STIFFNESS AND DISSIPATION OF ENERGY OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF HANDS' SECURITY FACILITIES	12
--	----

DESIGN

Galanin S. I., Lyapina A. S. RESEARCH OF COLOURISTIC CHARACTERISTICS OF NON-PRECIOUS METALS' AND ALLOYS' AND COSTUME JEWELLERY	17
---	----

Usina I. B., Kamygina G. A. DESIGNING JEWELRY WITH NATURAL MATERIAL AMMONITE	25
---	----

TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

Bukina S. V., Sitnikova T. A. DYNAMIC ANALYSIS OF A GANG WITH A HELP OF AUTOMATED ANALYSIS TAKING INTO ACCOUNT LOOM'S MAINSHAFT NON-UNIFORMITY ROTATION	28
--	----

Travin G. M., Kulyomkin Y. V., Privalov A. V. DEVELOPMENT AND TESTING OF EFFECTIVE DESIGN OF HACKLE FOR HEMP FIBRE	35
---	----

CONSUMER LINES TECHNOLOGY

Livinskaya S. A., Livinskiy A. A., Dutikova N. A., Pavlova Yu. Ye., Seytaliyev P. I., Bratuhina M. K. THE RATIONALE FOR THE CHOICE OF SUNFLOWER OIL WHEN MANUFACTURING CULINARY PRODUCTS IN FOOD INDUSTRY ENTERPRISES	39
--	----

INFORMATION TECHNOLOGIES

Orlov A. V., Pashin Ye. L. A METHOD OF PREPARING A DIGITAL IMAGE OF BAST FIBRES SAMPLES FOR OPTICAL MEASUREMENT OF ITS GEOMETRIC PROPERTIES	43
--	----

TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY

Martynova D. Yu., Belyavskiy Ye. A. ESTIMATION OF THE PROBABILITY OF THE IMPACT OF DESTRUCTIVE FACTORS UNDER CONDITIONS OF AN ACCIDENT AT A PETROL STATION	48
---	----

SUMMARY	51
----------------------	----

REQUIREMENTS TO REGISTRATION OF ARTICLES	55
---	----

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2018 – № 1(39)

МАРТ

Рецензируемый периодический научный журнал

Учредитель и издатель:

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Костромской государственный университет»

Главный редактор

РУДОВСКИЙ ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ
доктор технических наук, профессор

Издается с 1999 года

Журнал зарегистрирован

*Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77-69928 от 29.05.2017 г.*

16+

Редактор	О. В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н. И. Поповой
Перевод	С. А. Грозовского

Издательско-полиграфический отдел
Костромского государственного университета

Подписано в печать 15.03.2018. Дата выхода в свет 28.04.2018. Формат бумаги 60×84 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 8,0. Заказ 56. Тираж 500.
Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
tik@ksu.edu.ru

Отпечатано ИПО КГУ
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
Т. 49-80-84. E-mail: rio@kstu.edu.ru

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны