

УДК 677.021: 568.56

**ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И ПЕРЕЧНЯ ХАРАКТЕРИСТИК
ОДНОТИПНОГО ВОЛОКНА КОНОПЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО КАЧЕСТВА
В ЦЕЛЯХ СТАНДАРТИЗАЦИИ**

**JUSTIFICATION OF ANALYSIS METHODS AND CHOICE OF PROPERTIES
FOR MIXED HEMP FIBER IN ORDER TO ESTIMATE
AND STANDARTIZE ITS QUALITY**

В.В. БУЛАТОВ, Е.Л. ПАШИН, А.В. ОРЛОВ

V.V. BULATOV, E.L. PASHIN, A.V. ORLOV

(Государственный региональный центр стандартизации,
метрологии и испытаний в Костромской области,
Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
Костромской государственный университет)

(State Regional Center of Standardization, Metrology and Testing in Kostroma Region,
Kostroma State Agricultural Academy,
Kostroma State University)

E-mail: kscsm@kosnet.ru; evgpashin@yandex.ru; aorlov@list.ru

В статье представлены результаты разработки в целях стандартизации способа оценки качества однотипной пеньки, получаемой при переработке неориентированных стеблей конопли. Объективная оценка качества возможна на основе контроля разрывного усилия, цвета волокна, его длины, гибкости, содержания костры и "лапы". Для определения этих свойств и характеристик предложены типовые и оригинальные методы испытаний.

Article presents results of standardization of mixed hemp fiber quality estimation methods. An objective way to estimate its quality can be based on measuring tensile strength of twisted fibrous band, fiber color, fibers' length and flexibility, as well as content of hurds and tangles. In order to measure these properties original testing methods are presented.

Ключевые слова: конопля, пенька, оценка качества, стандартизация, разрывное усилие, цвет, длина, костра, "лапа".

Keywords: hemp, hemp fiber, quality control, standardization, tensile strength, color, hemp hurds, hemp tangles.

В настоящее время растет интерес к производству безнаркотической конопли, как к культурному растению, содержащему до 40% волокна, пригодного к применению в различных отраслях народного хозяйства. Активизация коноплеводства происходит вследствие внедрения новых селекционных сортов, практически не содержащих вредных для человека веществ [1], а также современных интенсивных механизированных технологий уборки и переработки стеблей, обеспечивающих получение нового вида волокна – пеньки однотипной неориентированной (ПОН) [2]. Этот продукт представляет собой совокупность дезориентированных и частично закоростренных волокнистых комплексов различной длины, а их физико-механические свойства позволяют получать из него широкий ассортимент технического и бытового текстиля, а также других материалов [3]. Однако для их эффективного производства и товарооборота требуется стандартизация нового вида пеньки с указанием основных требований и методов испытаний для определения его технологического качества.

Проведенный анализ возможностей использования действующих стандартов на волокнистую продукцию из конопли, например ГОСТ 9993–2014 "Пенька короткая. ТУ", выявил следующие затруднения. Так, при способе получения короткой пеньки, как правило, из отходов трепания, перечень характеристик волокна, необходимых для установления его сорта, весьма ограничен. В частности, по стандарту требуется учет разрывного усилия волокна в виде скрученной ленточки, массовой доли костры и "лапы" – труднорасщепляемых волокнистых комплексов, содержащихся в нижней части стебля конопли. Однако с учетом возможных направлений использования ПОН необходима более полная технологическая оценка волокон применительно к разнообразию процессов переработки и возникающих трудностей при их реализации [4]. Кроме этого, определение трех указанных характеристик длительно, а промышленное производство лабораторных приборов, предусмотренных этим стандартом, прекращено.

Обоснование нового перечня свойств и характеристик пеньки провели посредст-

вом метода определения обобщенных функций желательности D . Эффективность его применения доказана при решении вопросов квалиметрии текстильных материалов [5]. Величина D определяется следующим образом:

$$D = \sqrt{d_1 d_2 d_3 \dots d_k},$$

где d_k – значение отклика на безразмерной шкале желательности; k – количество характеристик качества. Величину d_k рассчитывали при условии односторонних ограничений по формуле:

$$d = \exp[-\exp(-y')].$$

В ней $y' = v_0 + v_1 y$, где y – значение исследуемого признака; v_0, v_1 – коэффициенты, определяемые исходя из двух значений y , соответствующим значению d_k , предпочтительно в интервале $0,2 < d_k < 0,8$.

Установление обобщенных функций желательности осуществляли на основе данных о 80 разнообразных партиях пеньки, для каждой из которых по общепризнанным методикам [6] определяли свыше двадцати свойств и характеристик структуры, влияющих на эффективность переработки в текстильном производстве [7].

По результатам анализа установлено, что ценность пеньки определяется прежде всего ее прочностными характеристиками. Весомое влияние оказывают гибкость волокна, его тонина, связанная со способностью волокнистых комплексов дробиться в поперечном направлении. Также значимо влияние длины, внешнего вида пеньки и таких пороков, как массовая доля костры и "лапы".

Окончательный перечень свойств и характеристик пеньки определили с учетом их взаимосвязи и изменений в процессе переработки [8]. Было принято во внимание повсеместное получение тресты из стеблей соломы конопли на участках их выращивания при действии светопогодных факторов [9]. Изменение свойств при этом происходит, главным образом, посредством аэробной грибной микрофлоры, развивающейся на стеблях. В процессе взаимодействия с компо-

нентами стеблей, прекративших свою вегетацию и оставленных на поле, микрофлора разрушает органические вещества, расположенные вокруг волокон и связывающие их между собой, что ведет к ослаблению межволоконных связей при одновременном изменении цвета волокна за счет развития грибов, продуцирующих пигменты преимущественно темного цвета [8]. Иными словами, изменение цвета стеблей соломы от зеленого или желтого к светло- и темно-серому свидетельствует об улучшении дробимости волокнистых комплексов. Это позволило применить параметры цвета волокон для косвенной оценки их дробимости.

Цветовые параметры учитывали в виде стандартных цветовых координат RGB, используя программный измерительный комплекс на основе планшетного сканера, по аналогии оценки группы цвета волокна льна, согласно п. 3.9.4.2. ГОСТ 24383–89 (с изменением № 2). Особенности испытания ПОН является анализ предварительно обескостренных волокон и сравнение их цветовых координат с координатами эталонных образцов, цвет которых должен соответствовать характеристикам внешнего вида пеньки по ГОСТ Р 56560–2015 "Пенька трепаная. ТУ". Для сравнительного анализа использован принцип сходства [10]. Его суть заключается в распределении цветовых характеристик анализируемого и эталонного образцов по каждой k цветовой координате на N классов. Для исключения влияния размера анализируемых изображений проводят нормирование цветовых характеристик. Затем по каждой из трех k координат рассчитывают сумму их различий по модулю (эталон – образец):

$$\sum_1^N \Delta_i,$$

где Δ_i – разность значений характеристики в N_i классе распределения k координаты. В итоге определяют обобщенную разницу $\Delta_{\text{общ}}$, как сумму $\sum_1^k \sum_1^N \Delta_i$. Условие $\Delta_{\text{общ}} \rightarrow \min$ обеспечивает выбор эталонного образца, как наиболее сходного с анализируемой пробой волокна.

При обосновании метода оценки гибкости пеньки учитывали результаты анализа

лубяных волокон с применением различных приборов [11]. Установлено отсутствие возможности применения для более жестких на изгиб волокон конопля стандартного гибкомера для лубяных волокон ГВ-2 (или ГВ-3). При его применении оценку гибкости осуществляют по величине прогиба свободных консольных участков навески [12], что не обеспечивается при анализе пеньки. Поэтому был принят вариант испытания посредством принудительного прогиба Δ от действия сосредоточенной силы F (рис. 1 – схема испытания пеньки для оценки гибкости (1, 2 – неподвижные опоры)).

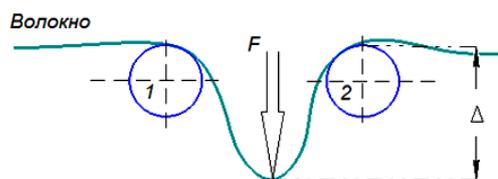


Рис. 1

Учитывая взаимосвязь свойств ПОН с особенностями производства, приняли во внимание их большую длину в сравнении с короткой пенькой по ГОСТ 9993–2014, получаемой в основном из отходов трепания. Например, произведенная в 2017 г. на предприятиях ООО "Мордовские пенькозаводы" ПОН содержала более 20...40 % волокнистых комплексов длиной более 0,4 м. Поэтому оценку длины волокон предложили осуществлять косвенным образом на основе известного метода [13, с. 155]. Из общей массы ПОН отбирают по методике ГОСТ 9993–2014 пробу волокон ($\approx 50...70$ г) и вручную, после очистки отдельных прядей от костры, производят раскладку путем примерного совмещения середин их длин (рис. 2 – схема вырезки пробы волокон для взвешивания ее частей).

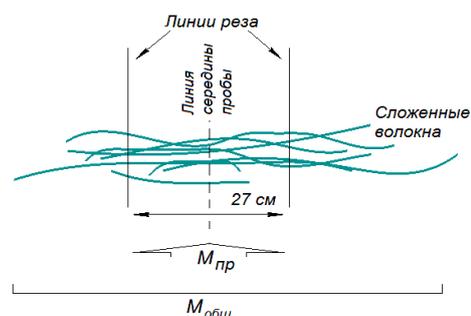


Рис. 2

Полученную общую пробу взвешивают $M_{\text{общ}}$, г. Далее из нее вырезают пробу длиной 27 см, осуществляя вырезки на расстоянии 13,5 см от середины совокупности волокон к ее концам. После вырезки образуется проба волокон длиной 27 см, которую взвешивают, определяя $M_{\text{пр}}$, г. Косвенную оценку длины волокон ДВ определяют по формуле:

$$\text{ДВ} = [(M_{\text{общ}} - M_{\text{пр}})/M_{\text{общ}}] \cdot 100, \%$$

Из анализа зависимости следует: чем длиннее волокна, тем больше величина ДВ. Вырезанную пробу массой $M_{\text{пр}}$ в дальнейшем используют для определения разрывного усилия. Такая последовательность испытания и предложенная зависимость для расчета ДВ определяют сущность косвенной оценки длины ПОН.

Особое внимание при разработке метода контроля качества ПОН было уделено обоснованию инструментального способа испытания волокон на разрыв. Было обращено внимание на внедренное в практику стандартизации изменение № 5 к ГОСТ 9394–76 "Волокно льняное короткое. ТУ". Оно касается использования наряду с типовой разрывной машиной РМП-1 альтернативного метода определения разрывного усилия с применением копра К-1 (рис. 3 – средство контроля К-1 для определения разрывного усилия волокна), работающего по принципу, указанному в [14].



Рис. 3

Применение К-1 обеспечивает определение разрывного усилия волокна и оперативный расчет основных статистических показателей.

С учетом большей длины ПОН была предложена методика предварительной подготовки волокон для испытания с применением К-1, основанная на следующей последовательности операций. Для анализа используют вырезанную по схеме (рис. 2) пробу волокон длиной 27 см. Из нее удаляют все волокна короче 27 см, а оставшуюся массу доводят до $13,4 \pm 0,1$ г. Затем вручную ее делят примерно пополам, отделяя волокнистые пряди вдоль их длины от центра к краям. После этого каждую образованную после деления прядь вновь примерно делят пополам. Такие действия проводят до формирования 32 прядей – навесок, масса каждой из которых примерно будет равна 0,42 г ($13,4 : 32$). Подготовив указанным способом 32 навески, приступают к испытаниям путем их разрыва с применением К-1. После анализа всех навесок на мониторе считывают среднее арифметическое, являющееся конечным результатом испытания.

При определении массовой доли в волокне костры и "лапы" предложено воспользоваться существующими методами анализа, изложенными в п.п. 6.2.2 и 6.2.3. ГОСТ 9993–2014. Согласно им массовую долю костры определяют либо вручную, либо с применением прибора ПК-2М. Для учета массовой доли "лапы" применяют ручной отбор волокнистых участков прядей, называемых "лапой", и последующий гравиметрический анализ для определения их массовой доли.

ВЫВОДЫ

1. При разработке стандарта на новый вид однотипной неориентированной пеньки (ПОН), получаемой по современным механизированным технологиям уборки и первичной переработки стеблей конопли, требуется обоснование нового перечня ее свойств и характеристик, а также разработка методов их определения для эффективной оценки технологического качества.

2. При оценке качества пеньки необходимо учитывать ее разрывное усилие, гибкость, цвет и длину волокон, а также массовые доли костры и "лапы".

3. Для определения разрывного усилия пеньки следует использовать разрывную машину копрового типа К-1, применяемую при анализе короткого льноволокна по ГОСТ 9394–76 (с изменением № 5). Оценка цвета пеньки возможна по цвету ее цифровых изображений, а для учета гибкости волокнистых навесок необходимо контролировать их прогиб под действием внешней силы. Длину ПОН предложено оценивать косвенно по соотношению масс волокнистых отрезков, сформированных после вырезки пробы длиной 27 см из совокупности распрямленных и расположенных по отношению друг к другу серединами исходных волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние и перспективы отечественного коноплеводства. Сайт ФГБНУ Федеральный научный центр лубяных культур. – Режим доступа: <http://vniiml.ru/novosti/sostoyanie-i-perspektivy-otechestvennogo-konoplevodstva> – Дата доступа: 20.01.2019.

2. Возделывание конопли: технологии от семян до продукции / ООО "Мордовские пенькозаводы" – Режим доступа: <http://www.mpz-insar.ru/technology> – Дата доступа: 25.01.2019.

3. Букина С.В. Производство тканей из волокон ненаркосодержащей конопли // Деловая слава России (межотраслевой альманах). – М.: Славица, 2015, № 50. С.40...42.

4. Кулемкин Ю.В., Привалов А.В., Травин Г.М. и др. Модернизация гребенного поля льночесальной машины для переработки волокон конопли // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5. С. 130...133.

5. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

6. Пашин Е.Л. Инструментальная оценка технологического качества конопли. – Кострома: ВНИИЛК, 2003.

7. Комаров В.Г., Гинзбург Л.Н., Забелин В.А. и др. Прядение лубяных и химических волокон и производство крученых изделий. – М.: Легкая индустрия, 1980.

8. Ордина Н.А. Структура лубоволокнистых растений и ее изменение в процессе переработки. – М.: Легкая индустрия, 1978.

9. Шапкин Ю.А. Действие света и атмосферных условий на волокно и канатную пряжу конопли: Дис. ... канд. техн. наук. – Глухов: ВНИИЛК, 1979.

10. Орлов А.В., Булатов В.В., Пашин Е.Л. Инструментальная система оценки цвета текстильных материалов по степени сходства с эталонами // Контроль качества продукции. – 2018, № 9. С. 55...57.

11. Пашин Е.Л., Пашина Л.В. Оценка гибкости льняного волокна с применением различных приборов // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф. Ч.2 – М.: МГУДТ, 2015. С. 39...41.

12. Городов В.В., Лазарева С.Е., Лунев И.Я. и др. Испытание лубоволокнистых материалов. – М.: Легкая индустрия, 1969.

13. Hearle J.W.S., Morton W.E. Physical Properties of Textile Fibres. – England, Cambridge, 2008.

14. Орлов А.В., Пашин Е.Л. Принципы функционирования новой инструментальной системы контроля разрывных характеристик волокон и нитей // Мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Инновации 2018. Ч.2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С. 51...55.

REFERENCES

1. Sostoyanie i perspektivy otechestvennogo konoplevodstva. Sayt FGBNU Federal'nyy nauchnyy tsentr lubyanykh kul'tur. – Rezhim dostupa: <http://vniiml.ru/novosti/sostoyanie-i-perspektivy-otechestvennogo-konoplevodstva> – Data dostupa: 20.01.2019.

2. Vozdelyvanie konopli: tekhnologii ot semyan do produktcii / ООО "Mordovskie pen'kozavody" – Rezhim dostupa: <http://www.mpz-insar.ru/technology> – Data dostupa: 25.01.2019.

3. Bukina S.V. Proizvodstvo tkaney iz volokon nenarkosoderzhashchey konopli // Delovaya slava Rossii (mezhotraslevoy al'manakh). – М.: Slavitsa, 2015, №50. S.40...42.

4. Kulemkin Yu.V., Privalov A.V., Travin G.M. i dr. Modernizatsiya grebennogo polya l'nochesal'noy mashiny dlya pererabotki volokon konopli // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2014, № 5. С. 130...133.

5. Solov'ev A.N., Kiryukhin S.M. Otsenka i prognozirovanie kachestva tekstil'nykh materialov. – М.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1984.

6. Pashin E.L. Instrumental'naya otsenka tekhnologicheskogo kachestva konopli. – Kostroma: VNIILK, 2003.

7. Komarov V.G., Ginzburg L.N., Zabelin V.A. i dr. Pryadenie lubyanykh i khimicheskikh volokon i proizvodstvo kruchenykh izdeliy. – М.: Legkaya industriya, 1980.

8. Ordina N.A. Struktura lubovoloknistykh rasteniy i ee izmenenie v protsesse pererabotki. – М.: Legkaya industriya, 1978.

9. Shapkin Yu.A. Deystvie sveta i atmosferynykh usloviy na volokno i kanatnyuyu pryazhu konopli: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Glukhov: VNIILK, 1979.

10. Orlov A.V., Bulatov V.V., Pashin E.L. Instrumental'naya sistema otsenki tsveta tekstil'nykh materialov po stepeni skhodstva s etalonami // Kontrol' kachestva produktcii. – 2018, № 9. С. 55...57.

11. Pashin E.L., Pashina L.V. Otsenka gibkosti l'nyanogo volokna s primeneniem razlichnykh priborov // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf. Ch.2 – M.: MGUDT, 2015. S. 39...41.

12. Gorodov V.V., Lazareva S.E., Lunev I.Ya. i dr. Ispytanie lubovoloknistykh materialov. – M.: Legkaya industriya, 1969.

13. Hearle J.W.S., Morton W.E. Physical Properties of Textile Fibres. – England, Cambridge, 2008.

14. Orlov A.V., Pashin E.L. Printsipy funktsionirovaniya novoy instrumental'noy sistemy kontrolya razryvnykh kharakteristik volokon i nitey // Mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Innovatsii 2018. Ch.2. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2018. S. 51...55.

Рекомендована кафедрой технических систем в АПК Костромской ГСХА. Поступила 07.02.19.
