

8. Ivanov, A., Petrov, D., Kuznetsov, M. Оптические методы регистрации движения высокоскоростных объектов // Измерительная техника. – 2024. – № 7. – С. 15–22.
9. Sokolov, P., Artemiev, A. Современные измерительные модули для испытаний бронезащит // Технология легкой промышленности. – 2024. – № 2. – С. 33–41.
10. Kuterbekov, G., Akilbekov, A., Shaimerdenova, Z. Ballistic resistance of multilayer aramid fabric systems // Polymer Testing. – 2022. – Vol. 114. – P. 107697. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2022.107697. (Scopus/WoS)
11. Kim, D., Park, S. Ballistic performance evaluation of UHMWPE composite fabrics // Composites Part B. 2021. – Vol. 224. – P. 109202. DOI: 10.1016/j.compositesb.2021.109202. (Scopus/WoS)
12. Rahman, K., Ahmed, S., Basu, D. Measurement of projectile deceleration in protective composite panels // Materials & Design. 2023. – Vol. 225. – P. 111527. DOI: 10.1016/j.matdes.2023.111527. (Scopus/WoS)
13. Li, X., Zhou, H., Song, J. Impact energy dissipation in multilayer ballistic textiles // Composite Structures. 2023. – Vol. 319. – P. 117052. DOI: 10.1016/j.compstruct.2023.117052. (Scopus/WoS)
14. Torres, J., Morales, E., Diaz, N. Smart ballistic test ranges using optical sensing arrays // IEEE Sensors Journal. 2023. – Vol. 23, – No. 9. – P. 11234–11243. DOI: 10.1109/JSEN.2023.3267131. (Scopus/WoS)
15. Wu, P., Zhao, B., Lin, F. Fiber-optic sensors for high-speed impact detection // Sensors and Actuators A. 2020. – Vol. 314. – P. 112259. DOI: 10.1016/j.sna.2020.112259. (Scopus/WoS)
16. Brown, T., Evans, J., Walker, S. Electromagnetic interference suppression in velocity measurement systems // Measurement Science and Technology. 2020. – Vol. 31, – No. 8. – P. 085004. DOI: 10.1088/1361-6501/ab7c31. (Scopus/WoS)

УДК 677.03

### **Особенности определения показателя «микронейр» при оценке линейной плотности короткоштапельных волокон с наличием внутренней полости**

**Пашин Е. Л., д.т.н., проф.**

Костромская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
г. Кострома,  
Российская Федерация

*Реферат.* Дано объяснение причин снижения точности при определении линейной плотности волокон льняного котонина по воздухопроницаемости в виде показателя «микронейр» при использовании импортной измерительной системы фирмы USTER по методу HVI. В условиях случайного по времени начала уборки стеблей льна, а также при случайной доле в общей волокнистой массе

*элементарных волокон с повышенной внутренней полостью, величина объемного веса пробы волокна для анализа становится также случайной величиной. Это изменяет объемную плотность пробы в измерительной камере системы USTER и формирует двойственную противоположную по влиянию на показатель «микронейр» зависимость от линейной плотности и объемного веса волокон, связанного с размерами их внутренней полости. Это приводит к формированию погрешности измерений по методу HVI.*

*Ключевые слова: лён, волокно, катонин, полость, элементарное волокно, микронейр, измерение, линейная плотность, погрешность.*

С целью возможного использования системы USTER с реализацией метода HVI для оценки линейной плотности волокон льняного катонина исследовали особенности этого метода применительно к волокнам хлопка. Установлено, что в настоящее время при оценке линейной плотности этих волокон для задач товарной стандартизации используется инструментальный метод определения показателя Micronaire (*Mic*) с применением импортных измерительных систем HVI и LVI фирмы USTER. Определение *Mic* основано на учете степени сопротивления  $Q$  прохождению воздуха относительно пробы волокон. Основанием для этого считают, что  $Q$  зависит от тонкости волокон, связанной с их зрелостью  $M$ , обусловленной размером внутренней полости. Теоретической основой, объясняющей связь между  $Q$  и тонкостью волокна, является преобразованное уравнение Козени для ламинарного течения воздуха через пористое тело при малом градиенте давления [1]. Испытания требуют применения камеры неизменных размеров, использования пробы волокон определенной массы, относительно которой пропускают воздух при постоянном давлении. Контролируемым параметром является скорость выходящего из камеры воздуха.

Обращено внимание на особенности испытаний волокон с наличием внутренней полости, к числу которых, наряду с волокнами хлопка, относят и льноволокно. Размер полости по своей площади на поперечном срезе по отношению к поперечному сечению волокна является варьируемой величиной, зависимой не только от зрелости волокон, но и от иных факторов: селекционного сорта, условий выращивания и уборки культуры. Применительно к волокну льна выявлены причины изменчивости внутренней полости [2].

При испытании полых волокон с наличием разных размеров полости по методу HVI возникают условия, вызывающие изменение объемной плотности пробы волокон. Это поясняется сравнением схем на рисунке 1.

Очевидно, что при постоянных размерах камеры и массе волокнистых проб, формирующийся при нахождении в камере, объемный вес волокон с малой полостью (Б) и повышенной (А) будет разным. Полые волокна в этом случае должны располагаться в камере

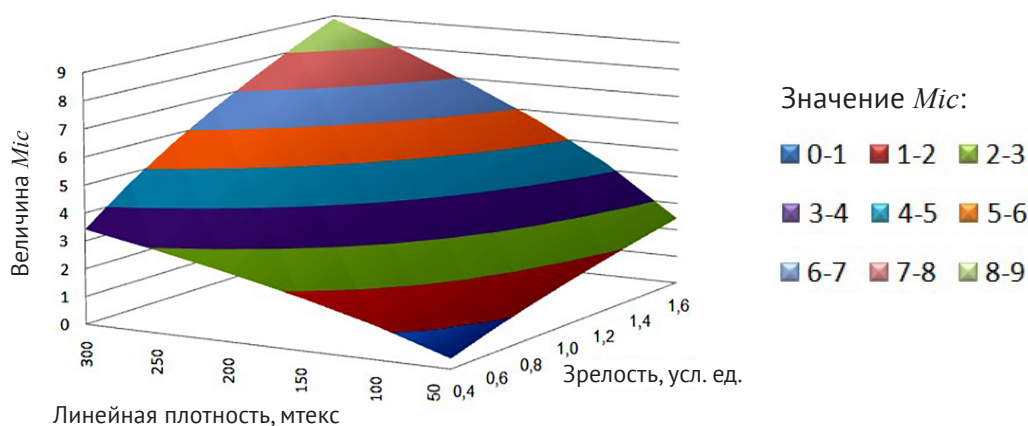
при большей плотности, то есть их количество (при условии равенства внешних периметров поперечников волокон) будет больше. Из-за этого сопротивление прохождению воздуха также будет больше применительно к волокнам с большой полостью. Такие различия будут приводить к итогам испытания, при которых при равном внешнем периметре волокон (как характеристике их тонкости) показатель  $Mic$ , определяемый величиной сопротивления перемещению воздуха, будет разный.

В качестве подтверждения правильности такого заключения являются результаты исследований [3], полученные при изучении связи показателя  $Mic$  с характеристиками поперечного сечения волокон хлопка [4], а именно – периметра поперечного сечения волокна  $P$  и его площади  $A_B$ , зависимой от  $P$  и толщины стенки  $t$ . Принимая во внимание результаты исследований [5, 6], авторы работы [4] при интервалах параметров:  $P$  от 35 до 60 мкм,  $t$  от 1,4 до 3,4 мкм и  $A_B$  от 42,4 до 167,6 мкм<sup>2</sup> определили значения линейной плотности волокна  $T$  (мтекс) и его зрелости  $M$ .

На их основе авторы определили величину показателя  $Mic$  с применением следующей зависимости [3]:

$$Mic = 0,509 \cdot \sqrt{(M \cdot T + 8,359)} - 2,352.$$

Её иллюстрация в виде диаграммы представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Двойственная зависимость величины  $Mic$  от зрелости и линейной плотности волокон**

Из анализа диаграммы следует разнонаправленность влияния  $T$  и  $M$  на величину  $Mic$ . Например, значение  $Mic$ , равное 3,5 ед. может формироваться при разных вариантах сочетания  $T$  и  $M$ . **Вариант 1** – зрелость волокна  $M = 0,4$  (очень незрелое волокно) и линейная плотность  $T = 300$  мтекс (грубое). При этом варианте волокна следует считать грубыми. **Вариант 2** –  $M = 1,6$  (хорошо созревшее волокно) и линейная плотность  $T = 100$  мтекс (тонкое волокно), что характеризует волокно, как тонкое и более пригодное к прядению.

Таким образом, на основе проведенного анализа сделать правильное заключение о тонкости волокна по показателю  $Mic$ , определяемого на приборах фирмы USTER, является затруднительно.

#### Список использованных источников

1. Hearle, J. W. S., Morton, W. E. Physical Properties of Textile Fibres. – Woodhead Publishing. 2008, – p. 765.
2. Пашин, Е. Л., Женишова, Н. Н. Причины пониженной точности оценки толщины волокон котонина при использовании приборов на основе оценки воздухопроницаемости и показателя «МИКРОНЕЙР» // Материалы докладов международной 56 научно-практической конференции преподавателей и студентов. – Витебск, ВГТУ, 2023. – Т. 2. – С. 316–317.
3. Montalvo, J. G.. Relationships Between Micronaire, Fineness, and Maturity: Journal of Cotton Science. 2005. – № 9. – P. 81–88.
4. Montalvo, J. G.. A comparative study of NIR diffuse reflectance of cottons grouped according to fiber cross-sectional dimensions: Appl. Spectrosc. 1991. – 45. – P. 779–789.
5. Ramey, H. H. The meaning and assessment of cotton fibre fineness: Southern Regional Research Center U.S. Department of Agriculture. – 1988. – p. 23.
6. Sarwar, F. A., Ilyas, M., Azeem, A. M., Iqbal, A. M. F., Azmat, D. H., Samander, M. Predicting Cotton Fibre Maturity by Using Artificial Neural Network: Autex Research Journal. 2018. – №. 4 – P. 429–433.