

УДК 677.11.021.151.017

КУЗЬМИНА Т.О.

Херсонський національний технічний університет

ОЦІНЮВАННЯ ПРИДАТНОСТІ ВОЛОКНА ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ДЛЯ ВИРОБІВ РІЗНИХ АСОРТИМЕНТНИХ ГРУП

КУЗЬМИНА Т.О.

Херсонский национальный технический университет

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ВОЛОКНА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ РАЗЛИЧНЫХ АССОРТИМЕНТНЫХ ГРУПП

T. KUZMINA

Kherson National Technical University

ASSESSMENT OF OILSEED FLAX FIBER SUITABILITY FOR VARIOUS PRODUCT GROUPS

Мета. *Визначення сфери застосування волокна льону олійного на основі використання структурних характеристик лляних волокон, отриманих у результаті модифікації, з підвищенням ступеня елементаризації технічних комплексів льоноволокна за рахунок обробки лляної соломи композиційними хімічними препаратами в процесі розстилу.*

Методика. *Під час досліджень використовували метод світлової мікроскопії (за Архангельським В.А.), обробку результатів здійснено методами математичної статистики.*

Результати. *Встановлено, що додаткова обробка льоносоломи композиційним хімічним препаратом на основі фосфату карбаміду та оксіетильованого нонілфенолу АФ 9-10 з концентрацією 0,2 г/л підвищує ступінь елементаризації волокон льону олійного всіх досліджуваних сортів майже у 2 рази. Для досліджуваних зразків розраховано критерії оцінювання ступеня розволокнення комплексних лляних волокон за середньою кількістю елементарних волокон у пучку на поперечному мікрорізі волокна ($i_{сер}$) та абстрактно за коефіцієнтом розволокнення (C_p). Найбільш елементаризованим виявилось волокно сорту Південна ніч – $i_{сер} = 6$; $C_p = 0,180$.*

Згідно з класифікацією модифікованих лляних волокон за функціональним призначенням на основі морфологічної будови та геометричних властивостей волокон, волокна сортів Айсберг і Південна ніч, які мають середню кількість елементарних волокон у пучку на поперечному мікрорізі волокна $i_{сер} = 6-8$ та коефіцієнт розволокнення $C_p = 0,134-0,180$, а також лінійну щільність від 4 до 5 текс, можуть бути рекомендовані для переробки у сумішах з вовною за технологіями вовнопрядіння з метою виготовлення змішаної пряжі для одягового та побутового асортименту виробів. Волокна сортів Віра, Дебют, Ківіка, Орфей, у яких за вимогами класифікації $i_{сер} = 8$ і вище; $C_p = 0,130$ і нижче, можна рекомендувати для виготовлення нетканих полотен технічного (геотекстиль) і

побутового (меблеве полотно) призначення. Обробивши отримані волокна усіх досліджуваних сортів додатково на модернізованій лінії КПАЛ, можна отримати волокно з такими показниками: $i_{сер} = 2-3$; $C_p = 0,287-0,500$; лінійна щільність $0,20-0,90$ текс, придатне для переробки у сумішах з бавовною.

Наукова новизна. Обґрунтовано гіпотезу одержання волокон льону олійного, яка базується на розволокненні технічних комплексів волокон за рахунок зміни морфологічної структури та хімічного вмісту лляного волокна під дією нових композицій хімічних препаратів у процесі розстилу.

Практична значимість. Розроблена технологія отримання волокна льону олійного з інтенсивним розволокненням технічних комплексів волокон під дією хімічних композицій та за рахунок оптимізації параметрів роботи технологічного обладнання дозволить отримати волокнистий продукт з широким спектром якісних показників, а використання критеріїв на основі морфологічної будови та геометричних властивостей волокон – визначити їхню придатність до застосування для виготовлення продукції різних асортиментних груп.

Ключові слова: льон олійний, волокно, композиційний хімічний препарат, розволокнення, коефіцієнт розволокнення, елементаризація технічних комплексів, функціональне призначення.

Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. На даний час у всьому світі спостерігається зростання інтересу до екологічно чистої інноваційної текстильної продукції, виготовленої на основі натуральних луб'яних волокон різного ступеня переробки.

У зв'язку зі значним зростанням площі посівів льону олійного (більш, ніж у 20 разів протягом 2000-2015 рр.) і зменшенням посівних площ, відведених під льон-довгунець (більш, ніж у 30 разів за той же період), актуальним стає завдання отримання зі стебел льону олійного волокна, придатного для використання в текстильній і целюлозно-паперовій промисловості, а також для виготовлення нетканих, композиційних і санітарно-гігієнічних матеріалів. Оскільки вважається, що стебла льону олійного переробляти нерентабельно через недостатню технологічну довжину та низький вміст волокна в них, солома цієї культури в Україні не переробляється. Однак провідними закордонними та вітчизняними науковцями В.В. Живетіним, Л.Н. Гінзбургом (Росія), Л.А. Чурсіною, Г.А. Тіхосовою (Україна), Л. Мурфі, Х. Берінгом, Х. Віеландом (Німеччина), Р. Козловським (Польща), П.Л. Каполетто (Італія) доведено, що волокно льону олійного придатне для виготовлення широкого спектру товарів різного цільового призначення [1].

Волокно льону олійного – це матеріал з унікальними фізико-механічними, хімічними та екологічними властивостями, який є

альтернативою таким імпортованим натуральним волокнам, як бавовна, джут, койр та ін., що широко застосовуються у виробництві товарів легкої промисловості різних асортиментних груп. Його використання дозволить компенсувати валютні витрати на імпортовану сировину та підвищити економічну ефективність виробництва вітчизняної продукції.

Завдяки значним сировинним запасам і щорічній відновлюваності льон олійний являє собою найкращу сировину для виробництва високоякісної інноваційної продукції різного функціонального призначення, що може успішно конкурувати з імпортними товарами.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. У попередніх дослідженнях виявлено вплив деяких технологічних факторів на підвищення розщепленості технічних комплексів волокна льону-довгунця в процесах розстилу соломи та модифікації за рахунок зниження вмісту інкрустуючих речовин. Це підтверджено кількісним аналізом хімічного складу різних лляних продуктів та ультрафіолетовими спектрами діоксанової фракції лігніну, а також дослідженням мікрорізів лляних волокон з метою визначення морфологічних змін в їх структурі [2].

Виходячи з вищевикладеного, актуальним завданням є розробка адаптованих до вітчизняних умов господарювання технологій переробки стебел льону олійного з метою отримання волокон із широким спектром фізико-механічних властивостей для виготовлення товарів різних асортиментних груп.

Цілі статті. Метою даної роботи є визначення сфери застосування волокна льону олійного на основі використання структурних характеристик лляних волокон, отриманих у результаті модифікації, з підвищенням ступеня елементаризації технічних комплексів льоноволокна за рахунок обробки лляної соломи композиційними хімічними препаратами в процесі розстилу.

Об'єкт дослідження. Модифіковане волокно льону олійного.

Методи дослідження. Під час досліджень використовували метод світлової мікроскопії (за Архангельським В.А.), обробку результатів здійснено методами математичної статистики.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Для реалізації поставленої мети у даній роботі проведено дослідження мікрорізів волокон льону олійного різних сортів, отриманих після механічної обробки трести, яка була одержана з використанням композиційних хімічних препаратів на основі фосфату карбаміду та поверхнево-активних речовин. З метою виявлення

морфологічних змін в їх структурі під час проведення технологічних процесів отримання волокна зі стеблової частини льону олійного було здійснено дослідження мікрорізів волокон сортів Айсберг, Віра, Дебют, Золотистий, Ківіка, Орфей та Південна Ніч, вирощених у кліматичних умовах півдня України.

Під час досліджень використано такі хімічні композиції:

- перша композиція – фосфат карбаміду – 20 %, натрієва сіль додецилбензолсульфо кислоти – 10 %, вода – 70 %;
- друга композиція – фосфат карбаміду – 20 %, оксіетильований нонілфенол АФ 9-10 – 10 %, вода – 70 %;
- третя композиція – фосфат карбаміду – 20 %, натрієва сіль додецилдіоксіетилсульфо кислоти – 10 %, вода – 70 %.

Встановлено, що найкращі якісні показники трести та волокна досліджуваних сортів спостерігаються при використанні композиції: фосфат карбаміду – 20 %, оксіетильований нонілфенол АФ 9-10 – 10 %, вода – 70 % з концентрацією 0,2 г/л [3].

Світлову мікроскопію зрізів волокон проведено за методом Архангельського В.А. Згідно з цим методом тонкий пучок досліджуваних волокон попередньо трохи скручують, протягають петлею швейною нитки крізь невеликий круглий отвір у тонкій металевій пластині. У результаті пучок волокон затискається в отворі перпендикулярно пластині. Кінці пучка, що виступають, зрізують з обох сторін на рівні пластини. Пластина закладається в мікроскоп для перегляду поперечного зрізу у віддзеркаленому світлі.

Дослідження здійснювали на біологічному мікроскопі МБР-1 із цифровою фотокамерою, призначеному для вивчення прозорих об'єктів у прохідному світлі. Фрагменти поперечних зрізів волокон сортів Південна ніч і Айсберг подано на рис. 1-4.

Для порівняльного оцінювання ступеня розщепленості волокон була використана методика, розроблена Ордіною Н.А. [2].

Також на базі результатів, отриманих методом світлової мікроскопії для досліджуваних зразків, розраховано запропоновані авторами [4] критерії оцінювання ступеня розволокнення комплексних лляних волокон за середньою кількістю елементарних волокон у пучку на поперечному мікрорізі волокна ($i_{сер}$) та абстрактно за коефіцієнтом розволокнення (C_p), які визначають таким чином:

$$i_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n i \cdot P_i}{100}; \quad (1)$$

$$C_p = \frac{100}{\sum_{i=1}^m i \cdot P_i}; \quad (2)$$

$$P_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \cdot 100; \quad (3)$$

$$n_i = i \cdot q_i, \quad (4)$$

де i – кількість елементарних волокон у пучку; q_i – кількість пучків з i волокнами на зрізі; n_i – кількість елементарних волокон у i -му пучку на зрізі; P_i – відсоткова частка елементарних волокон у i -му пучку, %.

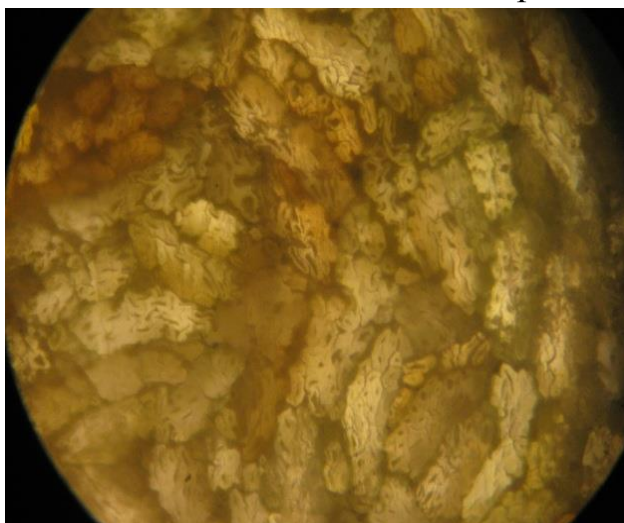


Рис. 1. Фрагмент поперечного зрізу волокна сорту Південна ніч без обробки

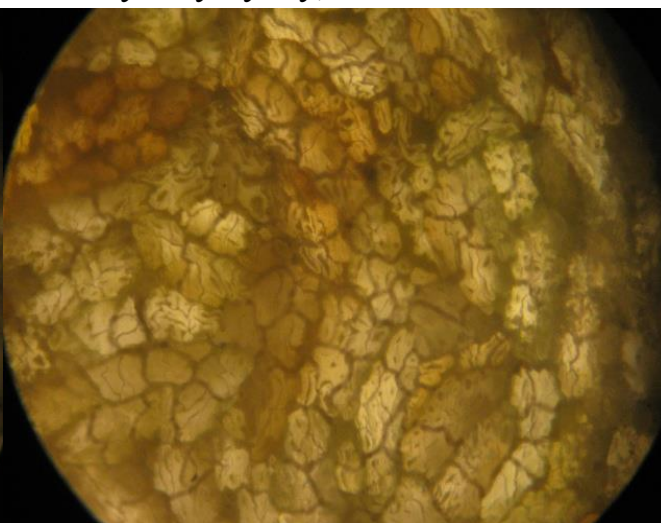


Рис. 2. Фрагмент поперечного зрізу волокна сорту Південна ніч після обробки композиційним препаратом



Рис. 3. Фрагмент поперечного зрізу волокна сорту Айсберг без обробки



Рис. 4. Фрагмент поперечного зрізу волокна сорту Айсберг після обробки композиційним препаратом

Результат розрахунку $i_{сер}$ округлюють до цілого числа, а C_p – до 0,001.

Отримані в результаті розрахунку вищезазначені критерії (1-3) для досліджуваних зразків волокон льону олійного наведено в табл. 1.

Аналіз отриманих даних свідчить, що у волокон усіх сортів льону олійного після обробки композиційним препаратом на основі фосфату карбаміду та оксіетильованого нонілфенолу АФ 9-10 з концентрацією 0,2 г/л ступінь елементаризації підвищився майже у 2 рази. Такий ефект пояснюється здатністю хімічних препаратів пригнічувати розвиток гнильних, патогенних грибів і бактерій, сприяти рівномірному розподілу вологи та хімічних препаратів на стеблах льоносоломи і створювати живильне середовище для рівномірного та інтенсивного розвитку пектиноруйнівної мікрофлори, що, у свою чергу, збільшує її активність, покращує деструкцію деревної частини стебел і ступінь елементаризації отриманого волокна. Також на елементаризацію технічних волокон позитивно впливає зміна вмісту інкрустуючих речовин у лляних матеріалах у процесі отримання трести розстиланням лляної соломи, що обумовлено гідротропною та солубілізуючою дією препаратів, які містять фосфат карбаміду і ПАР, на супутники целюлози.

Таблиця 1

Порівняльні дані мікроскопічного аналізу зрізів льону без обробки та з використанням обробки композиційним препаратом

Сорти льону	Найменування й величина показників волокна без обробки		Найменування й величина показників волокна після обробки	
	середня кількість елементарних волокон у пучку на поперечному мікрорізі волокна, $i_{сер}$	коефіцієнт розволокнення, C_p	середня кількість елементарних волокон у пучку на поперечному мікрорізі волокна, $i_{сер}$	коефіцієнт розволокнення, C_p
1. Айсберг	21	0,048	8	0,134
2. Віра	12	0,081	9	0,117
3. Дебют	16	0,063	10	0,105
4. Золотистий	21	0,048	12	0,084
5. Ківіка	12	0,082	8	0,130
6. Орфей	12	0,082	10	0,102
7. Південна ніч	12	0,082	6	0,180

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна стверджувати, що додаткова обробка соломи композиційним хімічним препаратом на основі фосфату карбаміду та оксіетильованого нонілфенолу АФ 9-10 з концентрацією 0,2 г/л підвищує ступінь елементаризації волокон льону олійного всіх досліджуваних сортів майже у 2 рази. Найбільш елементаризованим виявилось волокно сорту Південна ніч – $i_{сер} = 6$; $C_p = 0,180$.

Згідно з розробленою авторами [2] класифікацією модифікованих лляних волокон за функціональним призначенням на основі морфологічної будови та геометричних властивостей волокон, волокна сортів Айсберг і Південна ніч, які мають середню кількість елементарних волокон у пучку на поперечному мікрорізні волокна $i_{сер} = 6-8$ та коефіцієнт розволокнення $C_p = 0,134-0,180$, а також лінійну щільність від 4 до 5 текс, можуть бути рекомендовані для переробки у сумішах з вовною за технологіями вовнопрядіння з метою виготовлення змішаної пряжі для тканин одягового та побутового асортименту виробів. Волокно сортів Віра, Дебют, Ківіка, Орфей, у яких за вимогами класифікації $i_{сер} = 8$ і вище; $C_p = 0,129$ і нижче, можна рекомендувати для виготовлення нетканих матеріалів технічного (геотекстиль) і побутового (меблеве полотно) призначення. Обробивши отримане волокно усіх досліджуваних сортів додатково на модернізованій лінії КПАЛ [1], можна отримати волокно з такими показниками: $i_{сер} = 2-3$; $C_p = 0,287-0,500$; лінійна щільність 0,20–0,90 текс, придатне для переробки у сумішах з бавовною.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. У результаті проведених досліджень впливу обробки лляної соломи хімічним композиційним препаратом, що містять фосфат карбаміду та неіоногенну поверхнево-активну речовину на основі оксіетильованого нонілфенолу АФ 9-10, методом світлової мікроскопії визначено структурні зміни на поперечних зрізах волокон льону олійного сортів Айсберг, Віра, Дебют, Золотистий, Ківіка, Орфей, Південна ніч, що свідчать про збільшення ступеня елементаризації пучків комплексного волокна льону майже у 2 рази.

2. Аналіз отриманих даних за допомогою графічної обробки та розрахункового методу визначення показників структури поперечних зрізів волокон льону олійного, який базується на визначенні середньої кількості елементарних волокон у пучку та коефіцієнта розволокнення, показав, що волокна сортів Айсберг і Південна ніч за структурними критеріями та геометричними показниками можна використовувати для виготовлення змішаної (льон+вовна+хімічні волокна) пряжі за системами прядіння вовни.

Волокна сортів Віра, Дебют, Ківіка, Орфей за тією ж класифікацією [2] придатні для виготовлення нетканих матеріалів технічного та побутового призначення.

У подальших дослідженнях планується більш конкретно визначити можливості виготовлення товарів широкого спектру асортиментних груп з волокон льону олійного залежно від вимог різних галузей до вихідної сировини із залученням методів комп'ютерного моделювання для автоматизації обробки цифрових зображень поперечних зрізів волокон.

Література

1. Чурсіна Л.А. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: монографія / Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, О.О. Горач, Т.І. Янюк. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с.
2. Кузьміна Т.О. Новітні технології одержання целюлозовмісних матеріалів з льону: монографія / Т.О. Кузьміна, Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, Г.В. Рудакова. – Херсон: ПП Вишемирський, 2015. – 456 с.
3. Пат. 76382 Україна, МПК D01B 1/00. Спосіб одержання трести з соломи льону олійного / Бобирь С. В., Островська А. В., Чермошенцева К. М., Кузьміна Т. О. – № u 2012 02578; заявл. 03.03.2012; опубл. 10.01.2013, Бюл. №1. – 3 с.
4. Кузьміна Т.О. Оцінка ступеня розщепленості лляного волокна методом світлової мікроскопії / Т.О. Кузьміна, Г.В. Рудакова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2007. – № 3/4 (27). – С. 26-30.

Цель. *Определение сферы применения волокна льна масличного на основе использования структурных характеристик льняных волокон, полученных в результате модификации, с повышением степени элементаризации технических комплексов льноволокна за счет обработки льняной соломы композиционными химическими препаратами в процессе расстила.*

Методика. *При исследовании использовали метод световой микроскопии (по Архангельскому В.А.), обработка результатов осуществлена методами математической статистики.*

Результаты. *Установлено, что дополнительная обработка льносоломы композиционным химическим препаратом на основе фосфата карбамида и оксиэтилированного нонилфенола АФ 9-10 с концентрацией 0,2 г/л повышает степень элементаризации волокон льна масличного всех исследуемых сортов почти в 2 раза. Для исследуемых образцов рассчитаны критерии оценки степени разволокнения комплексных льняных волокон по среднему количеству элементарных волокон в пучке на поперечном микросрезе волокна (i_{cp}) и абстрактно по коэффициенту разволокнения (C_p). Наиболее элементаризованным оказалось волокно сорта Южная ночь – $i_{cp} = 6$; $C_p = 0,180$.*

Согласно классификации модифицированных льняных волокон по функциональному назначению на основе морфологического строения и геометрических свойств волокон, волокна сортов Айсберг и Южная ночь, имеющие среднее количество элементарных волокон в пучке на поперечном микросрезе волокна $i_{cp} = 6-8$ и коэффициент разволокнения

$C_p = 0,134-0,180$, а также линейную плотность от 4 до 5 текс, могут быть рекомендованы для переработки в смесях с шерстью по технологиям шерстопрядения с целью изготовления смешанной пряжи для одежного и бытового ассортимента изделий. Волокна сортов Вера, Дебют, Кивика, Орфей, у которых по требованиям классификации $i_{cp} = 8$ и выше, $C_p = 0,130$ и ниже, можно рекомендовать для изготовления нетканых полотен технического (геотекстиль) и бытового (мебельное полотно) назначения. Обработав полученные волокна всех исследуемых сортов дополнительно на модернизированной линии КПАЛ, можно получить волокно с такими показателями: $i_{cp} = 2-3$; $C_p = 0,287-0,500$; линейная плотность 0,20-0,90 текс, пригодное для переработки в смесях с хлопком.

Научная новизна. Обоснована гипотеза получения волокон льна масличного, которая базируется на разволокнении технических комплексов волокон за счет изменения морфологической структуры и химического состава льняного волокна под действием новых композиций химических препаратов в процессе расстила.

Практическая значимость. Разработанная технология получения волокна льна масличного с интенсивным разволокнением технических комплексов волокон под действием химических композиций и за счет оптимизации параметров работы технологического оборудования позволит получить волокнистый продукт с широким спектром качественных показателей, а использование критериев на основе морфологического строения и геометрических свойств волокон – определить их пригодность к применению для изготовления продукции различных ассортиментных групп.

Ключевые слова: лен масличный, волокно, композиционный химический препарат, разволокнение, коэффициент разволокнения, элементаризация технических комплексов, функциональное назначение.

Aim. Defining the scope of oilseed flax fiber application on the basis of using the structural characteristics of flax fiber obtained by modification, with the increasing of elementarization degree of flax fiber technical complexes by means of treating flax straw by composite chemical agents in the process of fiber separation.

Methods of study. In the research the method of light microscopy was used (by Arkhangel'skiy V.A.), processing of the results was performed by methods of mathematical statistics.

Results. It was found that the further processing of flax straw by composite chemical agents on the basis of carbamide phosphoric acid and oxyethylated nonylphenol AF 9-10 at a concentration of 0,2 g / l increases the elementarization degree of oilseed flax fibers of all investigated varieties by almost 2 times. For test samples the criteria were calculated for assessing the degree of separation of complex flax fibers by average number of filaments in a bundle on the cross fiber microsection (i_{av}) and by the abstract rate of separation (C_s). Fibers of Yuzhnaya noch sort appeared to be the most elementarized – $i_{av} = 6$; $C_s = 0,180$.

According to the classification of modified flax fibers by functional purpose on the basis of morphological structure and geometrical properties of fibers, fibers of such varieties as Iceberg and Yuzhnaya noch, with the average number of filaments in a bundle on the cross fiber microsection $i_{av} = 6-8$ and separation rate $C_s = 0,134-0,180$, as well as linear density of from 4 to 5 tex, may be recommended for processing in blends with wool according to wool spinning

technology in order to manufacture a mixed yarn for clothing and household product range. Fibres of such varieties as Vera, Debut, Civica, Orpheus, having their value of $i_{av} = 8$ and higher; and $C_s = 0,130$ and lower, according to the requirements for classification, can be recommended for the production of technical nonwovens of technical (geotextiles) and household (furniture fabric) use. Having further processed obtained fibers of all studied varieties on modernized KPAL line, it becomes possible to obtain fiber with such properties: $i_{av} = 2-3$; $C_s = 0,287-0,500$; linear density of $0,20-0,90$ tex, suitable for processing in a cotton blend.

Scientific novelty. The hypothesis of obtaining oilseed flax fibers was justified, based on separation of fiber technical complexes by changing the morphological structure and chemical constitution of flax fiber under the action of novel compositions of chemicals in the process of fiber separation.

Practical significance. The developed technology for producing oilseed flax fiber with intensive separation of technical complexes of fibers under the influence of chemical compositions, and by optimizing operating parameters of manufacturing equipment will give the opportunity to obtain a fibrous product with a wide range of quality indicators, and the use of criteria based on morphological structure and geometric properties of fiber will help to determine their suitability for use for manufacturing products of different product groups.

Keywords: oilseed flax, fiber, composite chemical agent, fiber separation, separation rate, elementarization of technical complexes, functional use.

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук
професором Херсонського НТУ Валько М.І.
Дата надходження в редакцію 08.12.2016