

УДК 677.11:620.1

## **РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО КВАЛИМЕТРИИ ЛУБОВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ - ПРОИЗВОДСТВУ**

Е.Л. Пашин

Костромской государственной технологический университет

*Представлены результаты многолетних комплексных исследований в области квалиметрии лубоволокнистых материалов. Изложены основы новой концепции квалиметрии и предлагаемых инструментальных методов. Указаны технологические схемы и внешний вид новых средств контроля свойств стеблей и волокна (луба), а также оценочных показателей качества, которые использованы при создании новых государственных стандартов на продукцию льна и конопли*

Состояния дел в области производства и переработки лубоволокнистых материалов во многом связано с их качеством. Для обеспечения его требуемых характеристик необходима система мер по их формированию и управлению. Для этого требуются объективные и точные методы и средства контроля, обеспечивающие решение задач стандартизации и сертификации продукции.

Ранее разработкой современных методов и средств отраслевой продукции занимались головные НИИ, затем созданные решением Госстандарта СССР, а на последних этапах - решением федерального агентства по техническому регулированию и метрологии технические комитеты (ТК) по стандартизации продукции лубяных культур. В настоящее время деятельность в области стандартизации продукции из льна и конопли в области текстиля осуществляется ТК № 412 «Текстиль», а в области агропромышленной переработки - ТК № 460 «Лубяные культуры и продукция, производимая из них», функционирующем на базе Костромского государственного технологического университета.

Работа ТК № 460 была организована на базе созданных до 1996 года результатов НИОКР по стандартизации продукции конопли и продолжена в направлении квалиметрии льняного сырья и волокна.

Основное направление работы было ориентировано на предложенную в конце 1978 года концепцию оценки качества продукции по результатам её переработки посредством использования специальных средств контроля, имитирующих важнейшие технологические воздействия, а также инструментальных методов определения дополнительных оценок, уточняющих конечный результат квалиметрии [1, 2]. Новые системы квалиметрии были ориентированы для использования на различных этапах производства и переработки продукции лубяных культур, начиная от создания селекционного сорта до получения волокна в условиях льно- пенькозаводах.

В рамках реализации указанной концепции на первых этапах усилия были сосредоточены на разработке новых средств и методов контроля продукции конопли.

Для оценки качества конопляной соломы и тресты важнейшим показателем их технологической ценности является выход длинного луба или волокна. При его определении исходили из положения, при котором эти показатели отличаются от массовой доли лубоволокнистых веществ вследствие наличия различных пороков: механическое повреждение, поражение болезнями или вредителями, особенностями морфологии стебля конопли и др.

Для обеспечения условий проявления этих пороков был предложен способ выделения волокнистой составляющей стебля посредством дифференцированного скользящего изгиба стеблей [3]. По результатам исследования этого способа была предложена технологическая схема средства для определения выхода луба и волокна из стеблей конопли (рис. 1) [4, 5] и создан экспериментальный стенд для оптимизации режимно-технологических параметров (рис. 2).

Наряду с выходом волокнистых веществ при обработке стеблей другой важнейшей характеристикой их качества является прочность этих

веществ. С учетом особенностей эксплуатации пеньки в виде готовых крученых изделий, указанную прочность предложено рассматривать не только, как разрывную нагрузку, но и как прочность к знакопеременным изгибам, истиранию при циклическом растягивании. Была поставлена задача учесть и скрытые пороки волокна, которые определяются неоднородностью его структуры и могут проявляться в процессе силового нагружения при испытании.

Для этого впервые была осуществлена попытка учесть масштабный эффект, обеспечивающий оценку неоднородности свойств по длине испытываемого волокна. Для этого разработан способ испытания луба и волокна конопли на износ [6] посредством его взаимодействия с перемещающимися вдоль длины волокон кромками (рис.3).

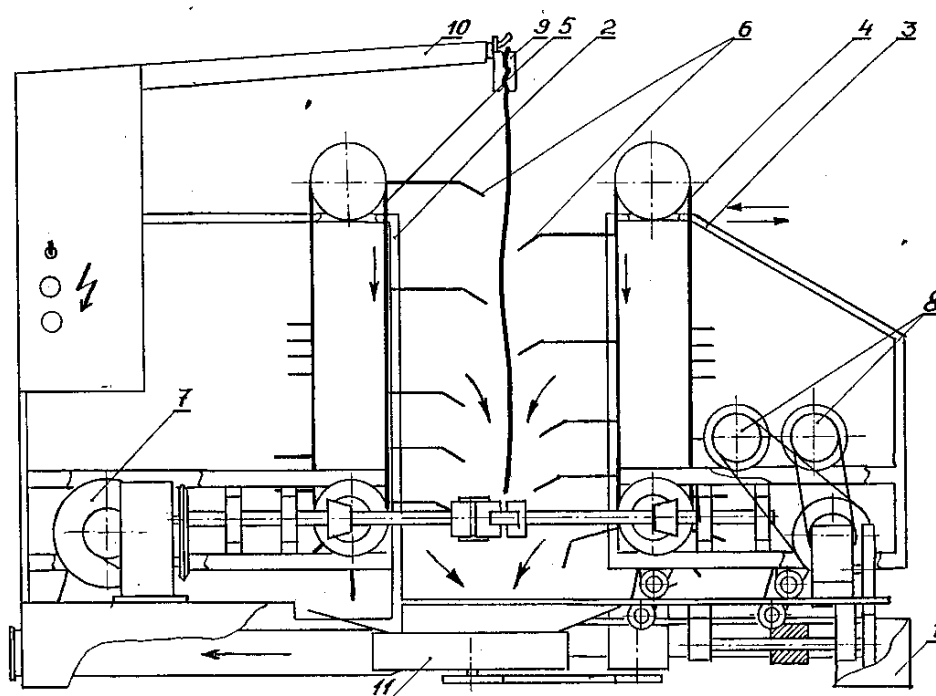


Рис. 1. Схема лабораторного средства для выделения волокнистых комплексов из стеблей конопли на основе их дифференцированного скользящего изгиба

1 – остов; 2 – неподвижная рама; 3 – подвижная рама; 4, 5 – транспортёры; 6 – рабочие пластины, имеющие разную высоту; 7 – привод транспортёров; 8 – привод перемещения подвижной рамы; 9 – зажимная колодка; 10 – кронштейн

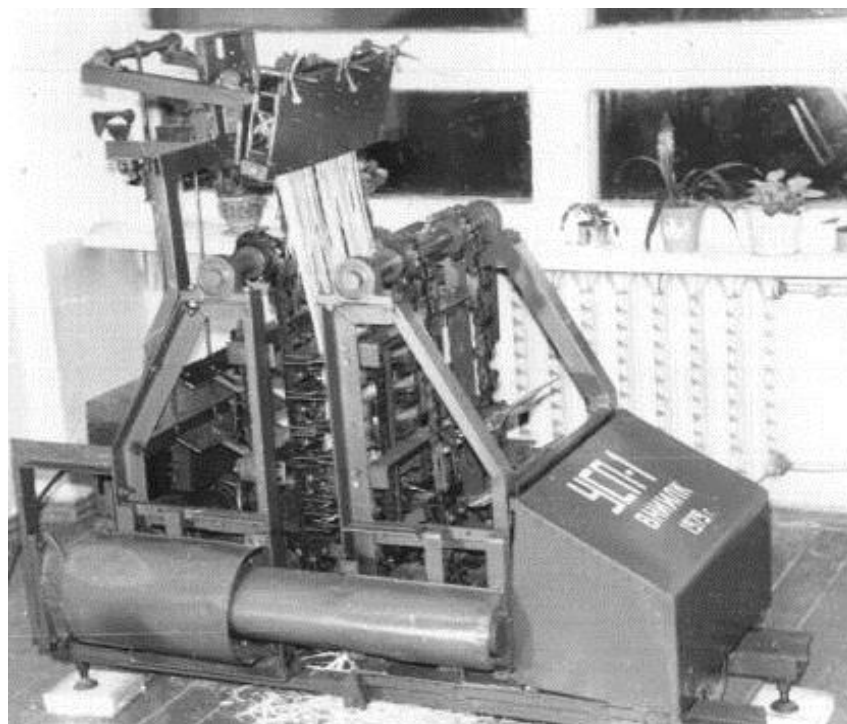


Рис. 2. Внешний вид экспериментального стенда для выделения длинноволокнистых комплексов (1979 г.)

При предложенном способе испытания (рис. 3А) формально схему испытания можно представить в виде изменяющихся по среднему значению и дисперсии двух величин: натяжения  $N$  и прочности  $P$  (рис. 3Б). Их взаимодействие по мере перемещения кромок вдоль длины образца обеспечивает образование волокнистых отходов, величина которых комплексным образом характеризует важнейшие упомянутые выше свойства волокнистых комплексов.

Реализация предложенного способа испытания на износ была совмещена в одном испытательном устройстве, а именно в конструкции, представленной на рисунке 1.

В итоге на базе этого устройства совместно с НПО «Селта» (г. Симферополь) был создан новый испытательный комплекс «Лубовыделитель конопли лабораторный ЛКЛ» [2], в комплект которого наряду со средством выделения луба и волокна входят: устройство для формирования отрезков стеблей, их плющения и подсушки (рис.4).

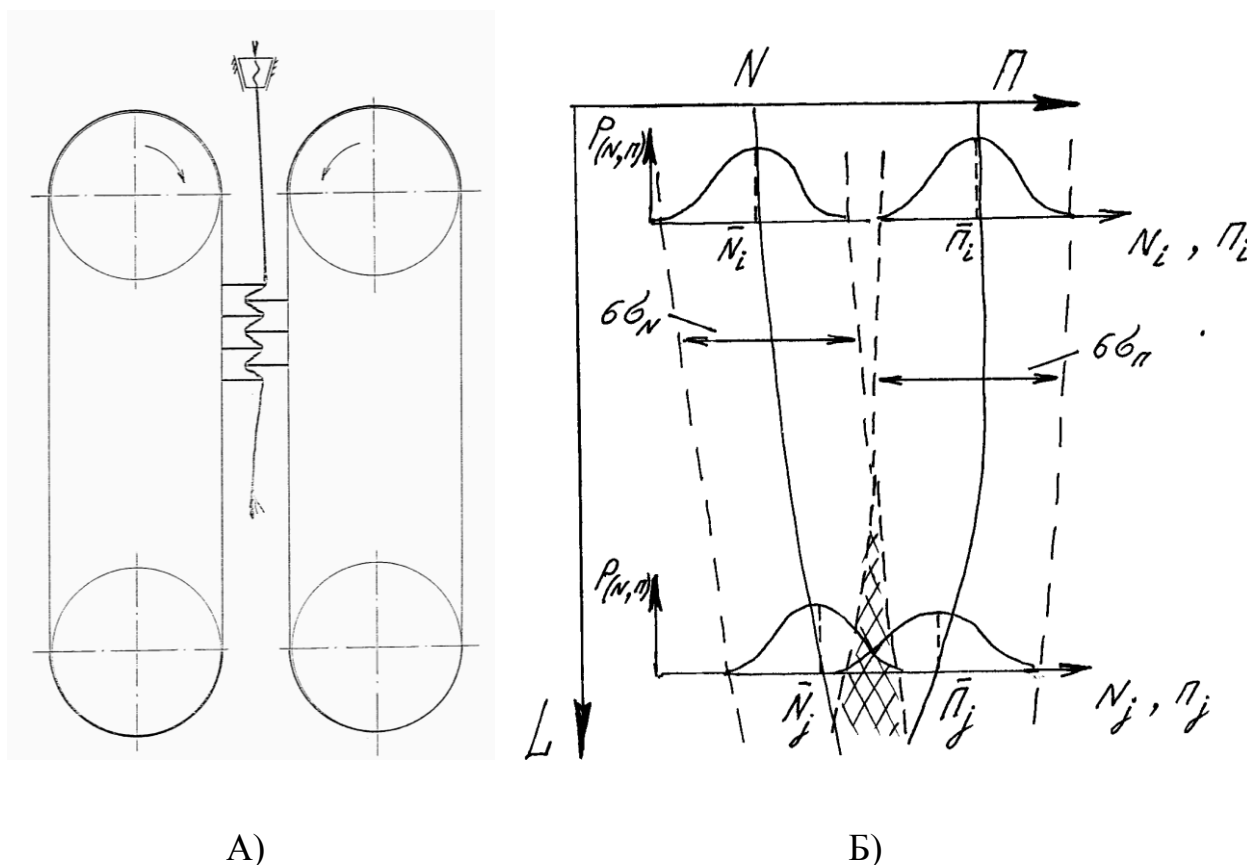


Рис. 3. Схема испытания пеньки с использованием комплексного истирания, изгиба и растяжения при изменяющемся объёме (длине) образца (А) и формализованное представление взаимодействия прочности образца с возникающим в нём усилием (Б)

В процессе обоснования комплексного метода оценки качества конопли была выявлена необходимость создания более объективного способа определения длины и диаметра стеблей. Причиной тому явилось несовершенство ранее используемого способа определения этих свойств по ГОСТ 6729-60 «Треста конопляная. ТУ», согласно которого анализ, например, 5 тонн стеблей проводили посредством испытания 20 стеблей.



*лубовыделитель*



*пресс-ножницы*



*сушильная установка*



*средство для плющения стеблей*

Рис. 4. Внешний вид лубовыделителя конопли лабораторный (ЛКЛ в комплекте)

Совершенствуя используемый в то время на практике способ определения длины, был предложен вариант, при котором исходная проба стеблей оказалась более репрезентативной и представлялась в виде снопа, не требующего конкретного числа стеблей. В основу способа была положена сходство формы стебля конопли с конусом, а с учетом этого – зависимость длины стебля от расстояния от его комля до центра тяжести. При таком условном сравнении было предложено несколько реализаций методов определения расстояния между комлевыми концами стеблей и центром тяжести исходной пробы (снопа) [7, 8]. Новые методы обеспечили также возможность оценки вариации стеблей по длине [9].

Один из предложенных вариантов основан на контроле силы реакции, которая формируется со стороны концов комлей на опору весов в процессе нахождения центра тяжести снопа (рис.5) [7].

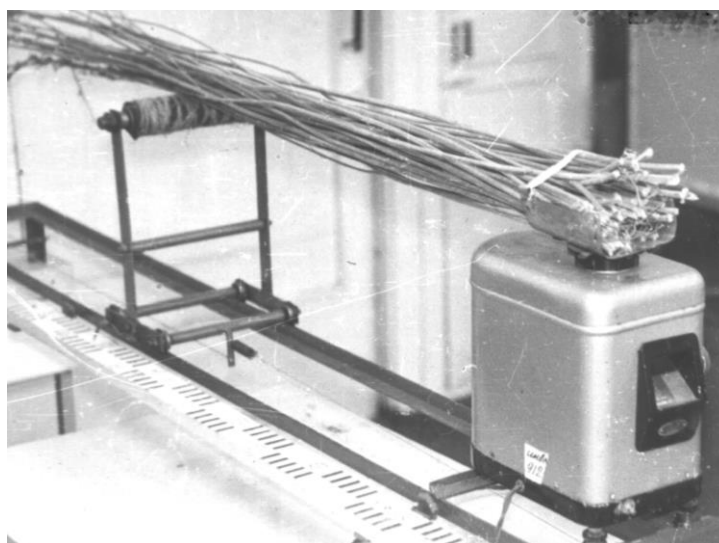


Рис. 5. Внешний вид испытательного устройства для определения положения центра тяжести горсти с использованием лабораторных весов

Другой вариант испытания заключался в поиске координаты расположения центра тяжести снопа по отношению к его комлевым концам посредством сближения двух опор, на которых располагается испытываемая проба (сноп) стеблей (рис.6) [8].

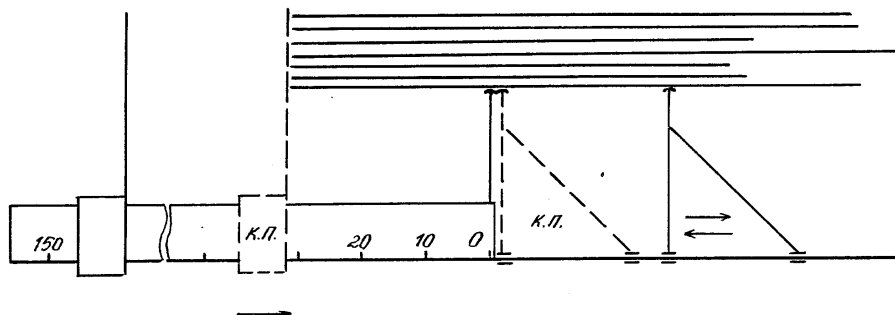


Рис. 8. Схема лабораторного устройства для оценки горстевой длины стеблей

Сравнительные испытания указанных схем выявили возможность их применения, но с учетом стоимости конструкции была выбрана вторая схема испытания. Её доработка обеспечила создание нового испытательного средства – длинномера конопли ДК (рис.9), который в последствии стал серийно выпускаться НПО «Селта».



Рис. 9. Длинномер конопли ДК

Значительное внимание было уделено разработке более совершенного метода оценки качества стеблей тресты конопли.



Особенностью оценки её технологической ценности является необходимость учета степени готовности стеблей к последующей переработке. Для этого было предложено изменить существующие подходы в ранее применяемом стандарте [10], основанном на оценке показателя обрабатываемости стеблей. Его недостатком являлась недостаточная информация о степени готовности волокна к последующей переработке на текстильных предприятиях. Поэтому был предложен вариант, основанный на учете свойств волокна, характеризующих его готовность к прочёсу. Оказалось, что эта характеристика имеет высокую корреляционную связь и со степенью отделяемости волокна от древесины в стеблях тресты. Это позволило обосновать необходимость новой оценки при стандартизации конопляной тресты.

На данной основе были предложены разные способы оценки степени готовности тресты по способности волокна дробиться в продольном направлении посредством воздействия иглами [11, 12]. Схема испытания при их использовании заключалась в учете усилия, возникающего в процессе чесания волокна иглами при их перемещении вдоль волокон на величину  $h$  (рис. 10). Для такого варианта была предложена оригинальная схема испытания и устройство для её реализации, суть которого представлена на рисунке 11. Теоретические и экспериментальные исследования установили зависимость между способностью волокна к продольному дроблению и усилием, возникающим при прочёсе [2].

Это обеспечило разработку принципиально нового средства испытания лубяного волокна (в частности, пеньки) по его способности к дроблению. Была разработан макетный образец (рис. 12), а по результатам успешных государственных испытаний - новый прибор «волоконпрокалыватель лабораторный ВЛ» (рис. 13), позволяющий оценивать степень готовности конопляной тресты к последующей переработке.

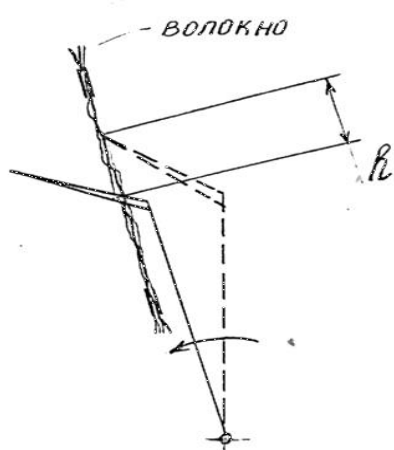


Рис. 10. Схема испытания волокна иглами на основе прочёса

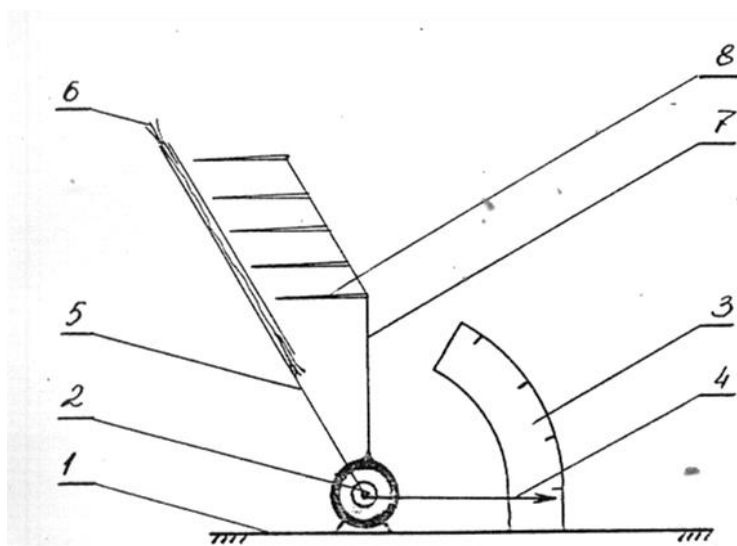


Рис. 11. Схема испытательного устройства для оценки силы сопротивления, возникающей при проколе и прочёсе волокна (1- основание; 2 – ось вращения; 3 – шкала; 4 – указатель; 5 – платформа, жестко закреплённая на оси вращения; 6 – волокно; 7 – платформа, свободно вращающаяся относительно оси 2; 8 – иглы)

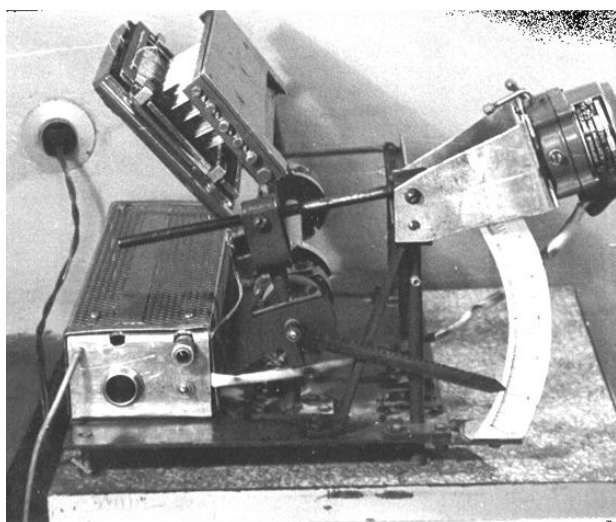


Рис. 12. Макетный образец волоконпрокалывателя



Рис. 13. Серийно выпускаемое средство контроля – «Волоконпрокалыватель лабораторный ВЛ»

Создание новой аппаратуры для оценки качества свойств стеблей, луба и волокна конопли в итоге позволило предложить новые комплексные способы определения качества стеблей соломы и тресты конопли [13, 14]. Многочисленные лабораторные, производственные (ведомственные и межведомственные) и государственные испытания этих способов и средств контроля выявили их преимущества в сравнении с ранее созданными вариантами оценки по ГОСТ 6729-60 и ГОСТ 11008 - 64. Полученные положительные результаты проверок позволили использовать новые разработки для стандартизации коноплепродукции, итогом чего явились новые, применяемые в настоящее время государственные стандарты на конопляную солому и тресту (рис. 14) [15, 16].

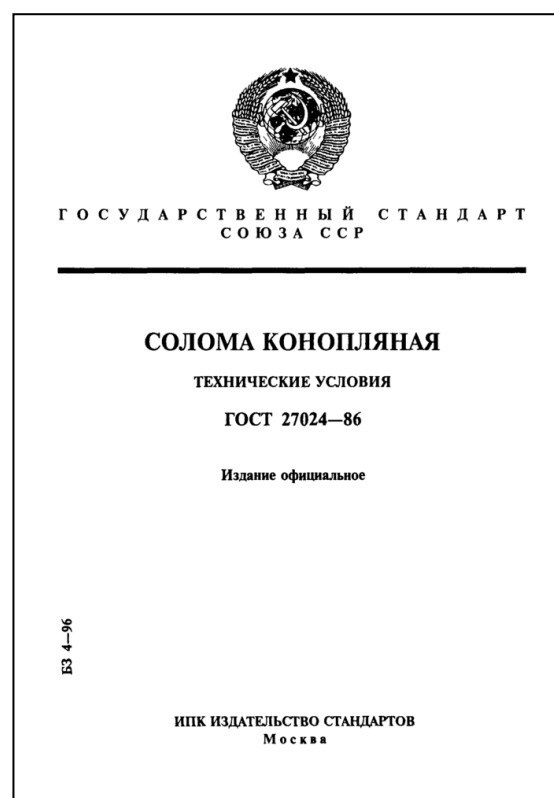
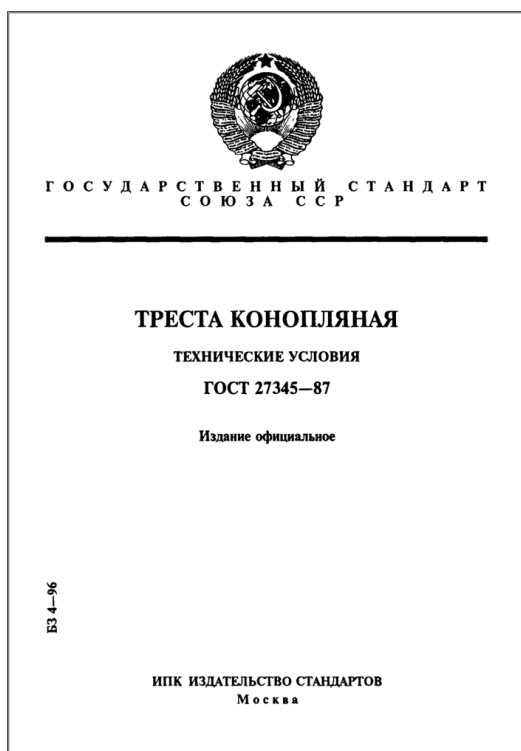


Рис. 14. Титульные листы государственных стандартов на конопляную солому и тресту

Начиная с 1980 года, в связи с проблемой необходимости повышения качества волокна в новых сортах конопли были начаты научные исследования по созданию методов контроля технологической ценности единичных стеблей конопли. Эти методы планировалось использовать в селекционном процессе. За основу были приняты общепризнанные положения, что прядильная способность пеньки зависит от её прочности на разрыв, гибкости и способности к расщеплению. Решая поставленную задачу, был предложен комплексный метод оценки указанных свойств волокна [17, 18, 19].

Для этого использовали известную зависимость Эйлера, связывающую усилия в набегающей и в сбегающих ветвях обладающего изгибной жесткостью волокна при огибании им цилиндрической поверхности. В этом случае, контролируя усилие натяжения в закрепленном участке волокна  $N$  (в условиях постоянного натяжения в набегающей ветви), а также фиксируя суммарный угол обхвата  $\Sigma\theta_i$  волокном рабочих закругленных кромок, оказалось возможным оценивать изгибную жесткость волокна  $EI$  и его разрывное усилие  $\Pi$  (рис. 15А). Для этого требовалось условие  $N_0 = \text{const}$ , а также увеличение  $\Sigma\theta_i$  до момента  $N \geq \Pi$ . При достижении этого момента наблюдается обрыв волокна, при котором фиксируется значение  $\Sigma\theta_i$ . При известных  $N_0$  и  $N \geq \Pi$  появляется возможность получения оценки  $EI$ . Таким образом, при предложенном испытании возможно оценивать изгибную жесткость и разрывное усилие волокна.

Совершенствуя данный вариант испытания, было предложено дополнительно оценивать способность волокна к расщеплению посредством контроля усилия, возникающего при прочесе. С этой целью было предложено начальное усилие  $N_0$  формировать, как усилие сопротивления, возникающее в волокне при его прочесе (рис. 15Б). Иными словами, предложено считать  $N_0$  изменяющейся при прочёсе величиной и

контролировать  $N_{0\text{проч}} \neq \text{const}$ . При таком варианте испытания волокна в момент его разрыва требуется контроль следующих характеристик:  $N_{\text{мах}}$ ;  $(\Sigma\theta_i)_{\text{мах}}$ ;  $N_{0\text{проч}}$ . Очевидно, что получаемые значения становятся достаточными для суждения об упомянутых выше важнейших свойствах волокна.

На предложенной основе – посредством контроля усилий (в материале или, как реакция рабочих органов на материал), возникающих при испытании волокна был предложен способ контроля изгибной жесткости волокна (рис. 16) [20]. Особенностью испытания с помощью этого гибкомера является адаптация к существующей методике подготовке проб. Кроме этого, предложена возможность осуществления прогиба не в одном месте пробы, а в нескольких, что существенно повысило точность испытания. Дополнительно к этому работа гибкомера при испытании была сопряжена с ЭВМ<sup>1</sup>. Это позволило с помощью специальной программы обеспечить автоматическое считывание и фиксацию показаний гибкомера, расчет среднего значения и СКО.

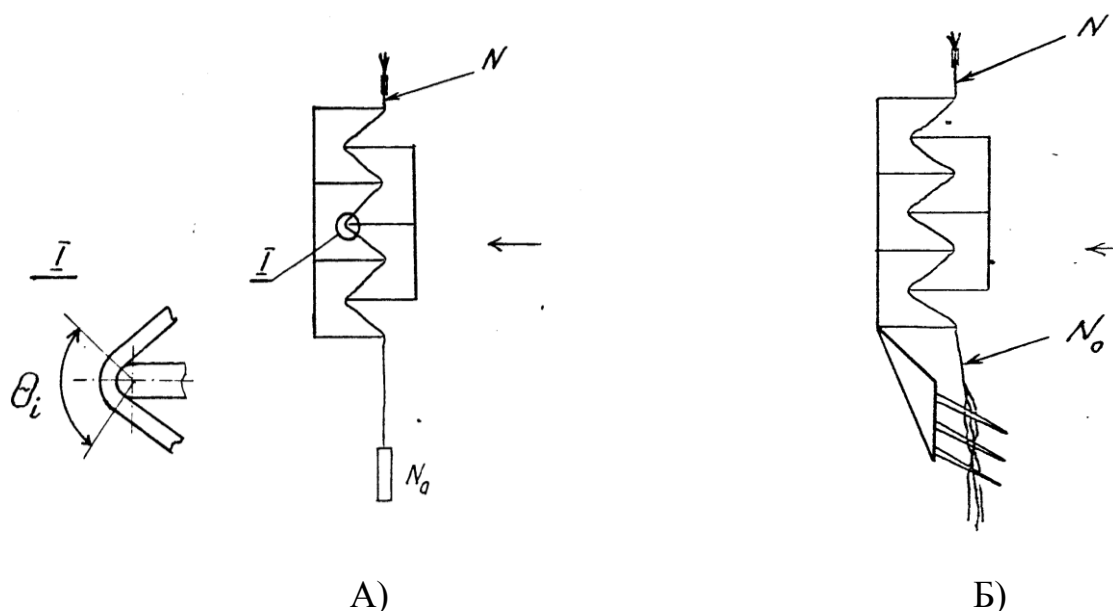


Рис. 15. Схема испытания для оценки изгибной жесткости и разрывного усилия волокна (А); схема испытания комплекса свойств волокна, определяющих его прядильную способность (Б)

<sup>1</sup> Работа проводилась совместно А.В. Орловым

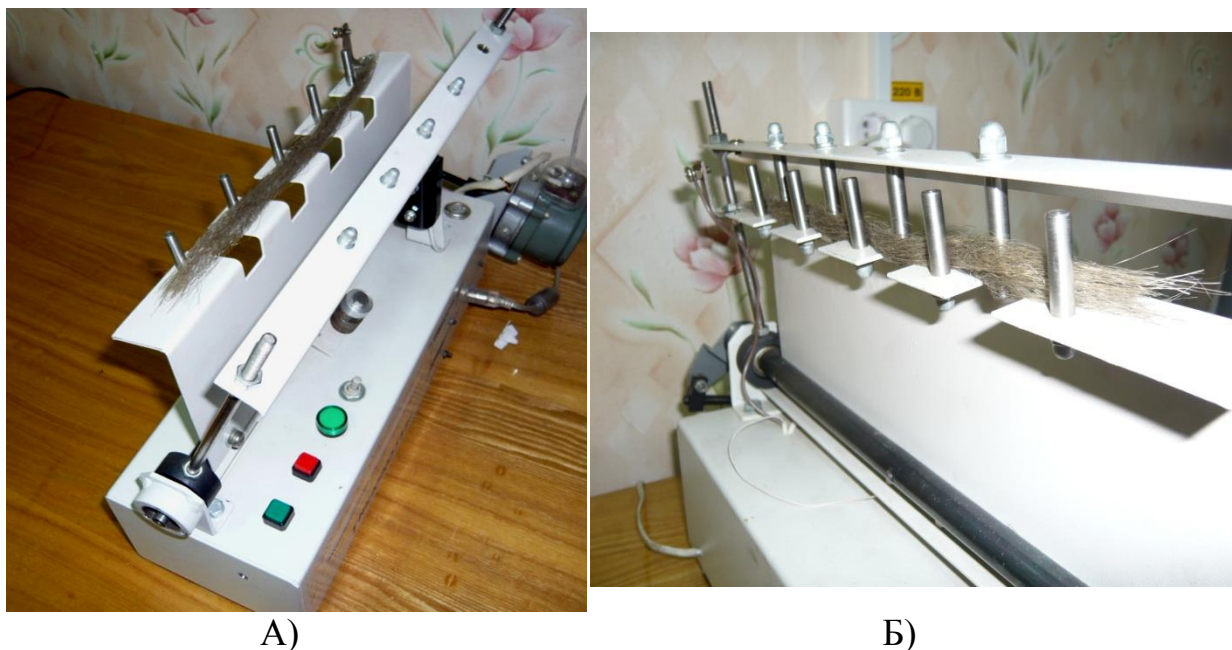


Рис. 16. Гибкомер волокна ГВ-3 (А); момент взаимодействия рабочих органов гибкомера при прогибе волокна (Б)

Предложенный вариант испытания для определения комплекса свойств пеньки был оформлен в виде лабораторного средства испытания (рис. 17), который стал применяться в селекционном процессе, реализуемым во ВНИИ лубяных культур [21], а на его основе – способ оценки технологической ценности пеньки [22].

Результаты работ по оценке качества конопли обеспечили возможность начала изысканий в области квалиметрии льна. На начальных этапах были выявлены недостатки применяемого на практике ГОСТ 24383-80 «Треста льняная», основы которого были сформулированы сотрудниками ЦНИИ промышленности лубяных волокон [23] и развиты во ВНИИ льна [24]. В основе метода по указанному стандарту является использование однопроцессного лабораторного станка СМТ для определения выхода длинного волокна при обработке пробы стеблей тресты, применение натуральных эталонов для определения группы цвета волокна, а также специального средства измерения для оценки показателя

отделяемости волокна от древесины. Показатель отделяемости позволяет сделать заключение о степени вылежки стеблей тресты.

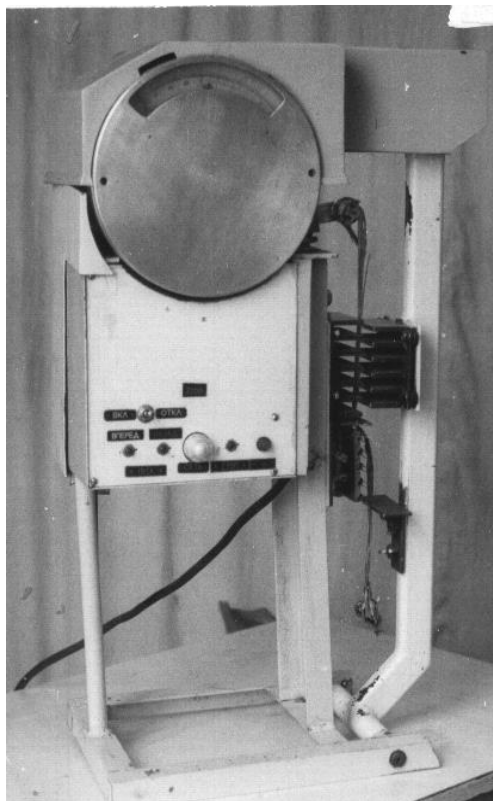


Рис. 17. Лабораторное средство для оценки прядильных свойств лубяного волокна

Анализ результатов использования на практике стандартного метода оценки качества тресты выявил необходимость обеспечения сходства условий обработки стеблей на станке СМТ с их переработкой на льнозаводах. В результате НИР, проведенных совместно с А.Е. Виноградовой [25], была установлена целесообразность изменения методики укладки пробы стеблей перед их обработкой в зависимости от их структурных параметров. В итоге, для практического использования был создан новый лабораторный станок СМТ-500 (рис. 18) [26], адаптированный к применению системы контроля структурных параметров стеблей, реализуемой, например, с использованием технического зрения (рис. 19) [27, 28]. Такой вариант оценки позволил перед раскладкой стеблей на транспортер определять среднюю длину стеблей и их средние квадратические отклонения (СКО) по комлевым и вершинным концам (рис. 20). После этого, в зависимости от полученных



значений горсть определённым образом укладывают на подающем транспортере СМТ по отношению к линии их ввода в зону обработки.



Рис. 18. Мяльно-трепальный станок СМТ-500



Рис. 19. Средство распознавания средней длины горсти и СКО по комлевым и вершиночным концам стеблей

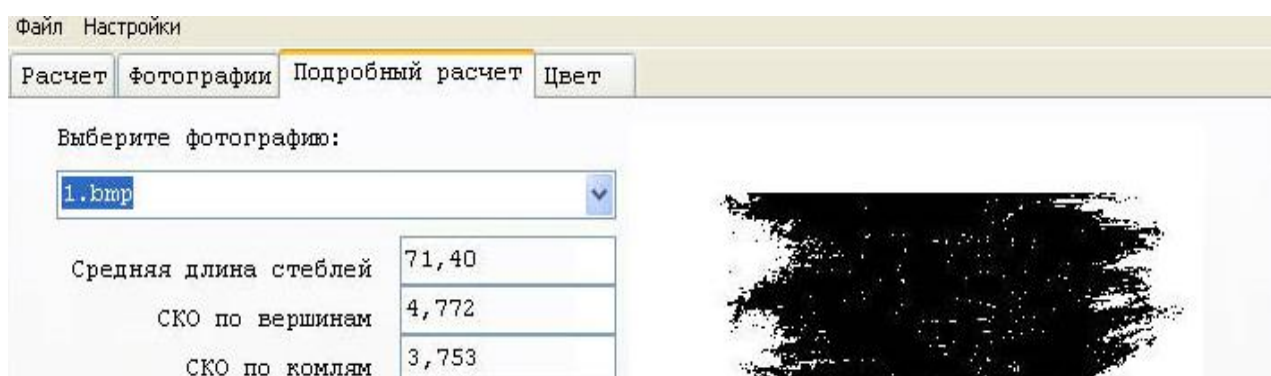


Рис. 20. Фрагмент программного окна со значениями свойств стеблей в горсти



Значительное внимание было уделено созданию объективных методов оценки группы цвета волокна и показателя отделяемости, характеризующего способность отделяться волокна от древесины стебля. Установлено, что для контроля группы цвета требуется более объективная оценка, а для показателя отделяемости – исключение влияния диаметра стеблей [29]. Выявлена необходимость учёта вариации длины горстей получаемого волокна и его цвета [30].

Для контроля упомянутых показателей по результатам работ совместно с А.Е. Виноградовой и В.Н. Ломагиным было предложено использование методов цветометрии [31]. На этой основе созданы методы с применением стандартных сканеров (рис. 21) [32], а также с применением созданного оригинального средства контроля степени вылежки тресты (рис. 22) [33, 34, 35]. В развитии конструкций созданных средств измерений исследовательскими работами совместно с А.А. Бариновым и А.В. Куликовым было создано универсальное средство для контроля показателей цвета и отделяемости (рис. 23). Указанные разработки, связанные с совершенствованием способа определения выхода длинного волокна и его цветовых характеристик позволили предложить новый способ оценки качества льняной тресты [36]. Кроме этого, результаты НИОКР, выполненных совместно с И.А. Румянцевой и связанных с оценкой структуры слоя стеблей, их цвета и неровноты по этим параметрам, позволили предложить для практического использования способ предварительной оценки качества льнотресты, в том числе, в полевых условиях [37, 38].



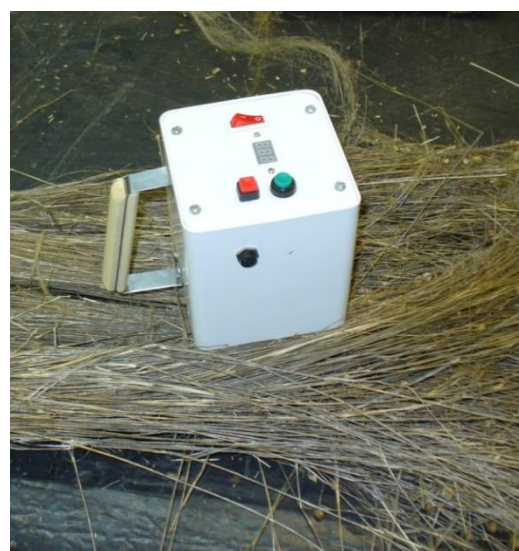
Рис. 21. Определение параметров цвета волокна с использованием сканера



Рис. 22. Схема и внешний вид средства контроля для определения вылежки льнотресты



А)



Б)

Рис. 23. Внешний вид универсального средства контроля цвета тресты (волокна) и степени вылежки льна (ОВЛ)  
А) – пластмассовый; Б) - металлический корпус

Важнейшими разработками в области квалиметрии льна следует считать инновации, вытекающие из требований практики о необходимости взаимосвязи требований и показателей качества, применяемых в рамках стандартов на льняную тресту (ГОСТ 24383-89) и трепаный лен (ГОСТ 10330-76).

С этой целью совместно с С.В. Виноградовой [39] и А.В. Куликовым [40] и были обоснованы новые показатели качества трепаного льна. К их числу был отнесен выход чесаного волокна, объёмный вес, длина и растянутость волокон в горсти, их цвет, а также неровнота по длине и цвету волокна. Для их инструментального определения в рамках работ, проводимых совместно с А.В. Куликовым было создано принципиально новое средство контроля анализатор качества волокна АКВ (рис. 24) [41]. С его помощью оказалось возможным учитывать длину трепаного волокна [42], его объёмный вес, а также параметры неровноты совокупности свойств. Работа АКВ поддерживается ЭВМ, с помощью которой возможно получение информации об отдельных свойствах волокна или о комплексной характеристике, которая учитывает их совокупность. Для повышения объективности и точности оценки качества трепаного волокна было предложено учитывать выход чесаного волокна [30]. Для этого были предложены технологические схемы специального чесального станка, обеспечивающего дифференциацию процесса чесания за счёт использования гребней с разным шагом игл (рис. 25) [43, 44]. Параметры его работы были оптимизированы посредством проведенных совместно с А.В. Куликовым исследований [45], что обеспечило возможность изготовления опытного образца станка (рис. 26). В настоящее время работа по улучшению конструкции станка продолжается. При этом, одной из целей её проведения является расширение области его применения.

В итоге многочисленных проверок и испытаний (в том числе и государственных) созданная система способов определения отдельных свойств волокна и тресты льна, а также средств их определения позволила предложить для практического использования новые государственные стандарты на трёпаное льняное волокна и льняную тресту (рис. 27) [46, 47].



Рис. 24. Анализатор качества волокна АКВ

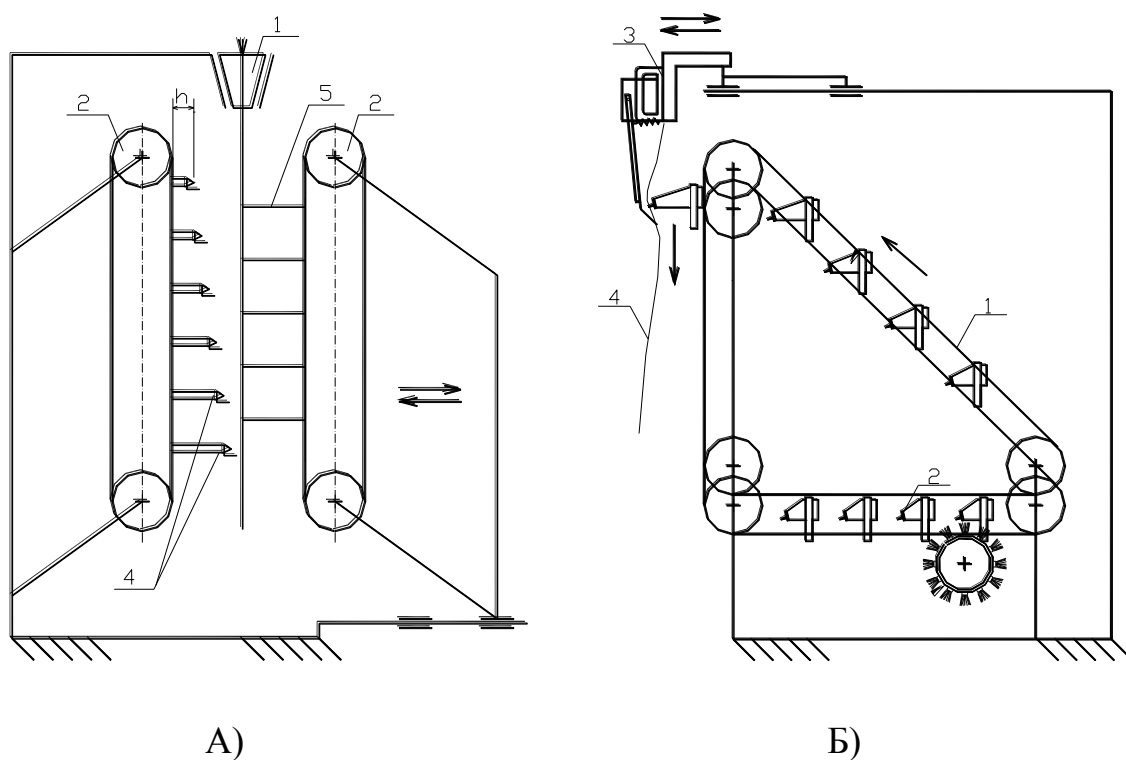


Рис. 25. Варианты технологических схем работы чесального станка  
А – с подвижной платформой; Б – с подвижной подвеской зажимной колодки



Рис. 26. Внешний вид опытного образца чесального станка

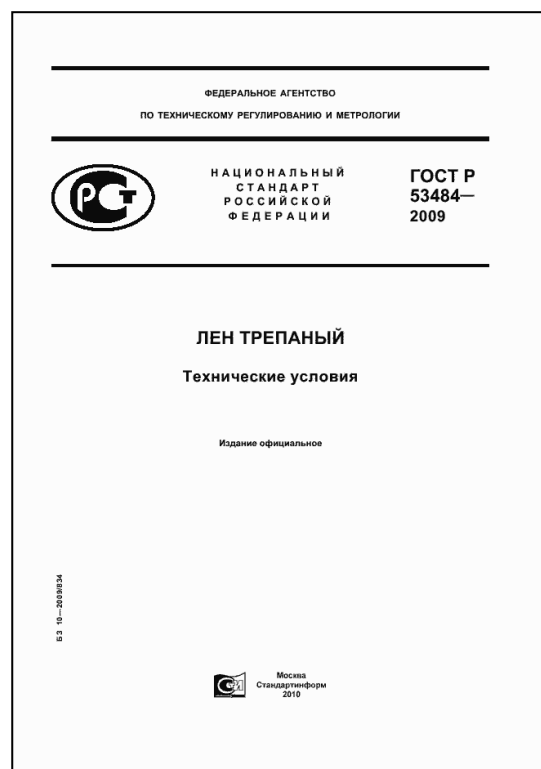
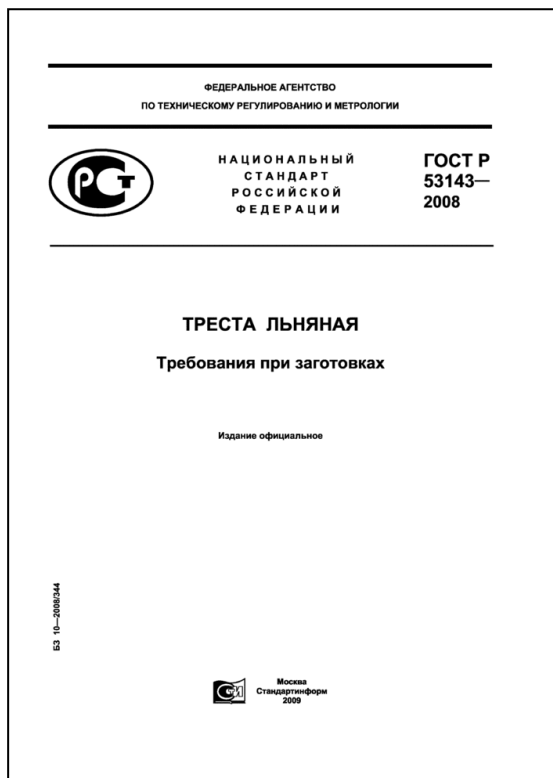


Рис. 27. Титульные листы государственных стандартов на тресту и трепаное волокно льна

## ВЫВОДЫ

1. Подтверждена правильность основных положений, предложенной в 1978 году концепции по оценке качества продукции льна и конопли по результатам её переработки посредством использования специальных средств контроля, имитирующих важнейшие технологические воздействия, а также с использованием дополнительных оценок, зависящих от отдельных свойств материала их неоднородности и уточняющих конечные результаты анализа.
2. Установлена возможность использования новых инструментальных методов оценки качества лубоволокнистых материалов на всех этапах технологического цикла, начиная с селекционного процесса и заканчивая получением волокна.
3. В основу новых систем квалиметрии стеблевого материала положена количественная оценка волокнистых веществ с учетом наличия их пороков и особенностей морфологии растений. Для волокнистых материалов приоритетом является оценка их свойств, определяющих прядильную способность, зависящая, в том числе, от гетерогенности структуры анализируемого волокна.
4. Созданные по результатам деятельности научной школы КГТУ по квалиметрии лубоволокнистого сырья средства контроля стеблей и волокна, по результатам лабораторных, ведомственных, межведомственных и государственных испытаний являются пригодными для использования в практике стандартизации продукции лубяных культур.
5. По итогам работы технических комитетов по стандартизации продукции конопли и лубяных культур (ТК № 460 на базе Всесоюзного НИИЛК и КГТУ) новые инструментальные системы квалиметрии обеспечили создание новых государственных стандартов на

продукцию льна и конопли, а также возможность совершенствования методов испытания, используемых в межгосударственных стандартах на эту продукцию.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пашин Е.Л. Инструментальная оценка технологического качества конопли: Монография. – Кострома: ГНУ ВНИИЛК, 2003. – 169 с.
2. Пашин Е.Л. Развитие системы квалиметрии продукции льна и конопли // Вестник ВНИИЛК. – 2005. - № 2 – С. 94-100.
3. Пашин Е.Л. Исследование способа дифференцированного скользящего изгиба стеблей соломы конопли в целях создания аппаратуры для определения их качества: Дисс...к.т.н. – Кострома, КТИ, 1984. – 185 с.
4. Авт. Свид. СССР № 958515 / Устройство для выделения луба из стеблей лубяных культур: авторы Е.Л. Пашин, И.Н. Левитский, М.А. Тимонин. – заявл. 10.09.1980, опубл. 15.09.1982.
5. Авт. Свид. СССР № 1199834 / Устройство для выделения луба из стеблей лубяных культур: авторы П.М. Товстогуз, А.П. Зинченко, Е.Л. Пашин, Н.Г. Финкельберг. – заявл. 04.05.1984, опубл. 23.12.1982.
6. Авт. Свид. СССР № 1006974 / Способ испытания луба или волокна лубяных культур на износ: автор Е.Л. Пашин. – заявл. 06.11.1981, опубл. 23.03.1983.
7. Авт. Свид. СССР № 977921 / Способ определения средней длины стеблей лубяных культур и устройство для его осуществления: авторы Е.Л. Пашин, М.А. Тимонин. – заявл. 17.06.1981, опубл. 01.12.1982.
8. Авт. Свид. СССР № 1232925 / Устройство для определения средней длины стеблей лубяных культур: авторы Е.Л. Пашин, Р.Н. Гилязетдинов, М.А. Тимонин, И.Н. Левитский. – заявл. 03.12.1984, опубл. 23.05.1986.
9. Авт. Свид. СССР № 1320645 / Способ оценки вариации стеблей конопли по их длине в горсти: авторы Е.Л. Пашин, Р.Н. Гилязетдинов, М.А. Тимонин. – заявл. 14.02.1985, опубл. 30.06.1987.
10. ГОСТ 6729-60 «Треста конопляная. ТУ». – Изд-во стандартов, 1988. – 15 с.
11. Авт. Свид. СССР № 1226001 / Устройство для определения параметров объектов по усилию прокалывания: авторы Е.Л. Пашин, Р.Н. Гилязетдинов. – заявл. 27.10.1982, опубл. 23.04.1986.



12. Авт. Свид. СССР № 1183896 / Способ оценки прядильной способности лубяного волокна и устройство для его осуществления: авторы Е.Л. Пашин, Р.Н. Гилязетдинов, М.А. Тимонин. – заявл. 08.04.1983, опубл. 07.10.1985.

13. Авт. Свид. СССР № 1086387 / Способ оценки качества конопляной соломы: авторы Е.Л. Пашин, М.А. Тимонин, И.Н. Левитский. – заявл. 20.05.1982, опубл. 15.04.1984.

14. Авт. Свид. СССР № 1285370 / Способ оценки качества конопляной тресты: авторы Е.Л. Пашин, Р.Н. Гилязетдинов. – заявл. 01.04.1985, опубл. 23.01.1987.

15. ГОСТ 27024-86 «Солома конопляная. ТУ». – Изд-во стандартов, 1986. – 14 с.

16. ГОСТ 27345-87 «Треста конопляная. ТУ». – Изд-во стандартов, 1987. – 19 с.

17. Авт. Свид. СССР № 1401378 / Способ оценки качества лубоволокнистого материала: автор Е.Л. Пашин. – заявл. 17.10.1986, опубл. 07.06.1988.

18. Авт. Свид. СССР № 1545144 / Устройство для испытания лубяного волокна: автор Е.Л. Пашин. – заявл. 21.12.1987, опубл. 23.02.1990.

19. Авт. Свид. СССР № 1728803 / Способ определения изгибной жесткости лубяного волокна и устройство для его осуществления: автор Е.Л. Пашин. – заявл. 24.01.1989, опубл. 23.04.1992.

20. Авт. Свид. СССР № 1442913 / Устройство для оценки гибкости волокна или луба лубяных культур: автор Е.Л. Пашин. – заявл. 20.06.1986, опубл. 07.12.1988.

21. Авт. Свид. СССР № 1472827 / Устройство для оценки качества волокна или луба лубяных культур: автор Е.Л. Пашин. – заявл. 25.03.1987, опубл. 15.04.1989.

22. Авт. Свид. СССР № 1730224 / Способ оценки технологического качества трепаной пеньки: автор Е.Л. Пашин. – заявл. 30.03.1989, опубл. 30.04.1992.

23. Городов В.В., Лазарева С.Е., Лунёв И.Я. и др. Испытание лубоволокнистых материалов. – «Легкая индустрия», М. – 1969. – 208 с.

24. Авт. Свид. СССР № 749950 / Способ оценки качества льняной тресты: авторы М.Е. Егоров, Я.А. Лебедев, В.Б. Ковалёв, Л.Ю. Гуревич, Ю.И. Грушин, П.Г. Волков. – заявл. 22.11.1977, опубл. 23.07.1980.



25. Пашин Е.Л., Виноградова А.Е. Сравнительный анализ условий подготовки льняной тресты перед обработкой на станке СМТ-200 и мяльно-трёпальном агрегате // Вестник ВНИИЛК. – 2003. - № 1 – С. 79-82.
26. Патент РФ № 2282686 / Мяльно-трёпальный станок для выделения волокна из стеблей тресты лубяных культур: авторы Е.Л. Пашин, А.В. Безбабченко, С.В. Бойко. – заявл. 30.03.2005, опубл. 27.08.2006.
27. Патент РФ № 2307320 / Способ контроля и определения средней длины стеблей льняной тресты и их разброса по вершиночным и комлевым концам: авторы И.А. Румянцева, Е.Л. Пашин, А.В. Куликов. – заявл. 13.04.2006, опубл. 27.09.2007.
28. Патент РФ № 2363947 / Способ контроля и определения средней длины стеблей льняной тресты: авторы Е.Л. Пашин, А.А. Баринков, С.Е. Маянский. – заявл. 21.01.2008, опубл. 10.08.2009.
29. Пашин Е.Л., Жуплатова Л.М. Совершенствование способа определения отделяемости льнотресты // Технические культуры. – 1994. - № 2 – С.
30. Патент РФ № 2150702 / Способ определения технологической ценности трепаного льняного волокна: авторы С.В. Виноградова, Е.Л. Пашин. – заявл. 03.08. 1999, опубл. 10.06.2000.
31. Виноградова А.Е., Ломагин В.Н., Пашин Е.Л. Определение цветовых характеристик волокна при определении качества льняной тресты // Вестник ВНИИЛК. – 2003. - № 1 – С. 82-85.
32. Патент РФ № 2358046 / Способ определения группы цвета стланцевого волокна в льняной тресте: авторы А.Е. Виноградова, Е.Л. Пашин, Куликов А.В. – заявл. 21.05. 2007, опубл. 10.06. 2009.
33. Патент Украины № 27248 / Способ определения качества материала, а именно льнотресты: авторы Е.Л. Пашин, Л.М. Жуплатова, Л.И. Прима, В.Б. Шамин. – заявл. 28.04. 1993, опубл. 15.08. 2000.
34. Патент РФ № 2324774 / Способ определения отделяемости волокна в стланцевой льняной тресте: авторы Е.Л. Пашин, А.Е. Виноградова. – заявл. 09.10. 2006, опубл. 20.05. 2008.
35. Патент РФ № 2324921 / Устройство для определения отделяемости волокна в льняной тресте: авторы Е.Л. Пашин, А.Е. Виноградова, В.Н. Ломагин. – заявл. 02.11. 2006, опубл. 20.05. 2008.

36. Патент РФ № 2256012 / Способ оценки качества льняной тресты: авторы А.Е. Виноградова, Е.Л. Пашин, А.В. Куликов. – заявл. 13.09.2004, опубл. 10.07.2005.

37. Патент РФ № 2312177 / Способ оценки качества льняной тресты: авторы Е.Л. Пашин, И.А. Румянцева, А.Е. Виноградова, В.Г. Красильникова, А.В. Куликов. – заявл. 24.05.2006, опубл. 10.12.2007.

38. Свидетельство программы ЭВМ № 20086113108 / Определение цвета и структурных параметров стеблей в слое льняной стланцевой тресты: авторы И.А. Румянцева, Е.Л. Пашин, Д.А. Иванов. – заявл. 19.05.2008, зарегистр. 27.06.2008.

39. Пашин Е.Л., Виноградова С.В. Обоснование перечня показателей качества для определения технологической ценности трепаного льна // Материалы Всероссийской конференции “Текстиль-98”, М., МГТА. – 1998. - С. 54-55.

40. Пашин Е.Л., Куликов А.В. Обоснование совокупности показателей качества для оценки технологической ценности трёпаного льна // Деп. в ВИНТИ 28.04.04, № 719 - В2004. – С. 29.

41. Патент РФ № 2284033 / Устройство для оценки качества волокна или луба лубяных культур: авторы Е.Л. Пашин, А.В. Куликов. – заявл. 04.04. 2005, опубл. 20.09. 2006.

42. Патент РФ № 2240498 / Способ определения средней длины льна: авторы А.В. Куликов, А.Е. Виноградова, Е.Л. Пашин.– заявл. 14.08. 2003, опубл. 20.11. 2004.

43. Авт. Свид. СССР № 1189896 / Устройство для чесания лубоволокнистого материала: авторы Е.Л. Пашин, Р.Н. Гилязетдинов, М.А. Тимонин. – заявл. 29.05.1984, опубл. 07.11.1987.

44. Патент РФ № 2208667 / Устройство для чесания лубоволокнистого материала: авторы Е.Л. Пашин, А.В. Куликов. – заявл. 17.07.2002, опубл. 20.07.2003.

45. Пашин Е.Л., Куликов А.В. Лабораторное устройство для чесания трепаного льна // Материалы междун. научно-техн. конференции «Лен – 2002», Кострома, КГТУ, 2002. - С. 22-23.

46. ГОСТ Р 53143-2008 «Треста льняная. Требования при заготовках». – Изд-во «Стандартинформ», 2009. – 11 с.

47. ГОСТ Р 53484-2009 «Лен трепаный. ТУ». – Изд-во «Стандартинформ», 2010. – 13 с.

E. L. Pashin