

УДК 677.021

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_3\_109

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТАНКА СМТ-500  
ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА НОВЫХ СОРТОВ ЛЬНА**

**IMPROVING THE DESIGN OF SMT-500 MACHINE  
FOR QUALITY CONTROL OF NEW FLAX STRAINS**

*С.Н. ТОПАЛ, А.В. ОРЛОВ, Е.Л. ПАШИН*

*S.N. TOPAL, A.V. ORLOV, E.L. PASHIN*

(Костромская государственная сельскохозяйственная академия,  
Костромской государственный университет)

(Kostroma State Agricultural Academy,  
Kostroma State University)

E-mail: aorlov@list.ru; evgpsshin@yandex.ru

*В статье представлены результаты экспериментального исследования по совершенствованию конструкции лабораторного станка СМТ-500 для оценки технологического качества новых сортов льна-долгунца при проведении государственного сортоиспытания. Выявлены отличия поведения прядей в активной зоне обработки посредством трепания станка в сравнении с условиями, имеющими место в трепальной машине агрегата МТА-2Л. Установлены различия в долях наклоненных в поле трепания прядей от их общей массы, обусловленные разницей длины трепальных барабанов. При наличии в СМТ более коротких барабанов эта доля значительно больше, что ухудшает процесс получения волокна. Для исключения данного недостатка в конструкции станка предложено применить узел для параллелизации прядей в процессе вращения барабанов. Предложена оригинальная методика оценки угла наклона прядей на основе фиксации следов их соприкосновения с планками подбильных решеток барабанов. С ее применением и посредством дисперсионного анализа установлено, что наряду с факторами вылежки тресты, частоты вращения трепальных барабанов и зоной по длине стеблей, доминирующее влияние на снижение наклона прядей оказывает использование нового узла для параллелизации прядей. Трепальные барабаны станка СМТ-500, снабженные таким узлом, обеспечивают снижение углов наклона прядей в зоне трепания с 30...50 до 10...15 градусов.*

*The article under review presents the results of the experiment aimed at improving the design of SMT-500 machine, used for technological quality control of new flax strains during strain approval process. As demonstrated, there exists difference*

*in flax strand behavior during scutching process between SMT-500 and MTA-2L, which is commonly used in production environment. The difference in amounts of slanted strands within the scutching area is caused by the difference in length of scutching drums of the respective machines. Due to SMT-500 having a shorter drum, the amount of slanted strands is noticeably larger, which worsens the fiber extraction conditions. To fix this flaw in SMT-500 design it is suggested to add a working part that will parallelize the strands during scutching. The degree of slanting was determined by means of using an original method based on marking the grids of the scutching drums. By using dispersion analysis, it was determined that this modification has a significant impact on the degree of stranding, more so than the quality of retched flax, rotation speed of the scutching drums or the processed part of the flax stalks. As such, introducing this new working part results in reducing of the strand slanting angle from 30-50 degrees down to 10-15 degrees.*

**Ключевые слова:** трепание, треста, лен, прядь, угол наклона, поле трепания, воздушный поток, модернизация конструкции барабана.

**Keywords:** scutching, retched flax, flax, strand, slanting, scutching area, air flow, design improvement.

Одним из решений проблемы улучшения метода оценки технологической ценности волокна в новых сортах льна на этапе их государственного сортоиспытания является замена промышленного агрегата МТА-2Л для получения трепаного волокна на лабораторный станок СМТ-500, применяемый при стандартном контроле качества льнотресты [1]. Это может обеспечить снижение затрат на проведение испытаний и возможность оперативного выявления оптимальных режимов переработки льна, поступающего от региональных сортоучастков РФ. По действующей методике для испытания поступает недостаточная масса стеблей (до 8 кг), что не позволяет выявить оптимальные условия переработки на промышленном агрегате МТА-2Л [2]. Причиной тому является наличие в его составе нескольких машин, каждая из которых имеет ряд регулируемых параметров конструкции и режимов работы [3]. Поэтому переработку стеблей проводят с отклонением от требований существующей методики [4], что ведет к формированию ошибочных результатов.

Указанная замена оборудования возможна при достижении сходства технологических воздействий в сравниваемых машинах при получении длинного волокна, прежде всего посредством трепания.

Из анализа конструкций станка СМТ и МТА-2Л следуют отличия, связанные с разной длиной трепальных барабанов. В трепальной машине агрегата МТА-2Л длина барабанов составляет около 3 м, а у станка СМТ – 0,5 м [5]. Такая разница может приводить к изменению характера перемещения воздушных потоков вдоль зоны трепания. По ее длине скорость перемещения воздуха различна, вблизи торцов барабанов она наибольшая и направлена к середине зоны трепания. Поэтому такие особенности перемещения воздушных потоков существенно влияют на положение прядей льна в активной зоне обработки [6...8].

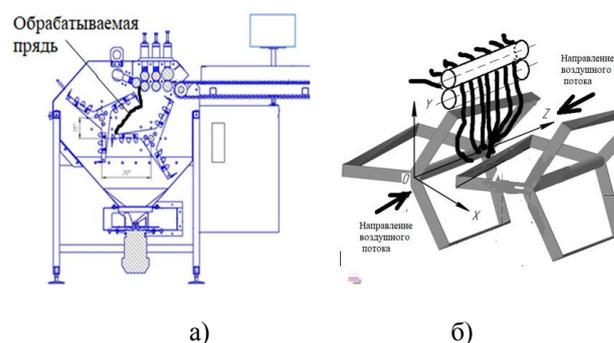


Рис.1

Повышенные скорости перемещения воздуха вызывают у обрабатываемых прядей наклон. Указанное явление применительно к конструкции станка СМТ

схематично представлено на рис. 1 (технологическая схема станка СМТ (а) и наклон прядей в зоне трепания (б)).

Однако доля длины поля трепания у торцов барабанов сравниваемых машин различна. В станке СМТ она значительно выше, что исключает сходство с обработкой, осуществляемой в трепальной машине агрегата МТА-2Л.

По расчетам при моделировании процесса поведения прядей в поле трепания [9] их наклон в зоне торцов барабанов может достигать 25...40 градусов. Выявленная зависимость этого наклона от длины волокна вызывает перекрещивание неоднородных прядей, их сгуживание и перераспределение сил их натяжения [10]. В конечном итоге это снижает выход длинного волокна и ухудшает процесс его обескостривания.

Эти обстоятельства потребовали экспериментальной проверки наличия указанных негативных явлений и разработки технических решений по модернизации конструкции станка СМТ.

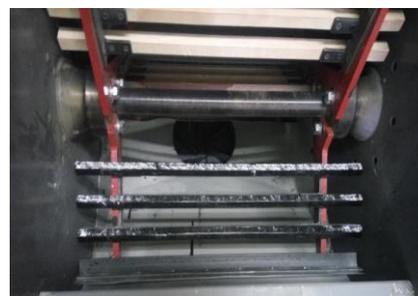
На начальном этапе исследования провели эксперименты по выявлению упомянутых наклонов прядей. Использовали льняную стланцевую тресту, которая была получена в 2018 году на опытном поле Костромской сельскохозяйственной академии с использованием комбайновой технологии уборки и оборачиванием лент. Из общей массы стеблей тресты в лабораторных условиях по ГОСТ Р 53143–2008 формировали пробы массой 100 г для обработки на станке СМТ-500.

Выявление наклона прядей провели, используя оригинальную методику – по следам соприкосновения прядей с планками подбильной решетки. Полагали, что в процессе трепания обрабатываемые пряжи, соприкасаясь с планками решеток, имеющих черный цвет, будут удалять с них предварительно нанесенный мел белого цвета. Вследствие этого планки в местах соприкосновения с пряжами льна будут освобождаться от мела и приобретать черный цвет. По особенностям изменения характера истирания мела с рабочих поверхностей планок предложено судить об угловых смещениях прядей.

Предварительно проведенный эксперимент подтвердил возможность использования указанной методики. В процессе трепания на планках подбильной решетки с предварительно нанесенным мелом оставались следы от соприкосновения с пряжами (рис. 2 – подбильная решетка трепальных барабанов с нанесенным на планки мелом: а) – до обработки; б) – после обработки). Фиксирование углов наклона прядей проводили после прекращения вращения барабанов путем замера границ истирания посредством линейки и транспортира. Оказалось, что наклон прядей может достигать 50 градусов.



а)



б)

Рис. 2

Установленный факт наклона прядей потребовал модернизации конструкции трепальных барабанов. С этой целью предложили использовать специальный съемный узел из совокупности консолюно закрепленных у оси барабанов и перпендикулярно ей пальцев, согласно схеме, указанной на рис. 3 (съемный узел барабанов для параллелизации прядей). Использование такого решения должно обеспечивать параллелизацию прядей в процессе их

перемещения к подбильной решетке в поле трепания.



Рис. 3

При планировании эксперимента для оценки эффективности предложенного узла с учетом [11] приняли, что скорость воздушных потоков, а значит и величина углов наклона прядей, будет зависеть от частоты вращения барабанов, степени вылежки тресты и зоны по длине стебля. Поэтому изучение влияния этих факторов осуществили наряду с оценкой степени влияния конструкции барабана (типовой

вариант и с узлом для параллелизации прядей). Таким образом, провели двухуровневый четырехфакторный эксперимент, при котором в качестве факторов использовали: 1 – вылежка тресты; 2 – вариант конструкции барабана; 3 – частота вращения барабанов; 4 – зона по длине стебля (комли или вершина). Использовали тресту разной степени вылежки (недолежалую и нормальной вылежки). Наклон прядей контролировали для вершиночных и комлевых участков стеблей. Обработку осуществили при частоте вращения барабанов 200 и 300 об/мин.

Статистическую обработку опытных данных провели посредством дисперсионного анализа, позволяющего оценить степень влияния и характер изменения исследуемых факторов на величину угла наклона прядей. Оценку статистической значимости влияния факторов осуществили при уровне значимости 0,05. Ее результаты представлены в табл. 1 (р-оценки исследуемых факторов и их значимых взаимодействий).

Т а б л и ц а 1

Исследуемые факторы и их взаимодействия	р-оценки значимости
Ф1 – вылежка тресты	0,0313
Ф2 – вариант конструкции барабана	0,0001
Ф3 – частота вращения барабанов	0,1493
Ф4 – зона по длине стебля	0,6743
Ф1хФ3	0,0064
Ф1хФ2хФ3	0,0032

Анализ данных позволил считать фактор "вариант исполнения барабана" (типовой и с узлом для параллелизации прядей) наиболее значимым по степени влияния на угол наклона прядей (р-оценка  $\ll 0,05$ ). Следующим статистически значимым по величине влияния является фактор вылежки тресты (р-оценка = 0,031). Влияние частоты вращения барабанов значимо проявляется только во взаимодействии со степенью вылежки тресты и варианта конструкции барабана (р-оценка = 0,003). Зона

стебля (вершина или комель) статистически значимого влияния на угол наклона прядей не оказывает.

Характер изменения углов обхвата в зависимости от уровней исследуемых факторов иллюстрирован на рис. 4. Из него следует подтверждение существенного снижения угла отклонения прядей вследствие использования предложенного узла для их параллелизации. Наблюдается уменьшение углов с 30...50 до 10...19 градусов. Влияния других факторов менее значительно.

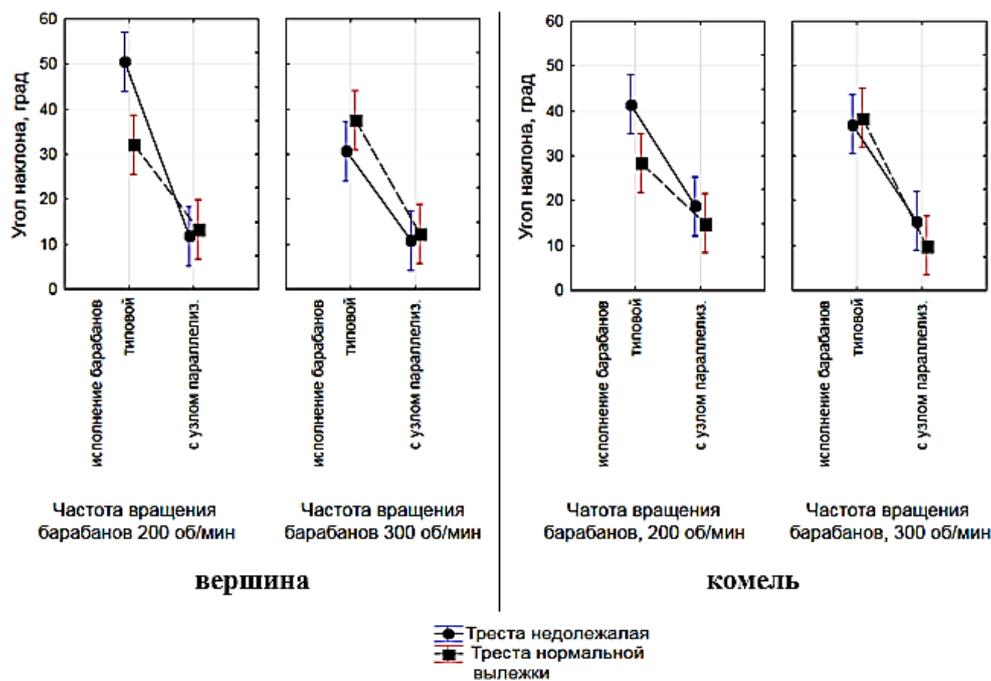


Рис. 4

## ВЫВОДЫ

1. По существующей методике государственного сортоиспытания новых сортов льна оценка технологической ценности волокна требует переработки стеблей тресты на промышленном оборудовании. Однако при ограниченной массе поступающих от сортоучастков стеблей требование по выявлению оптимальных параметров его работы трудновыполнимо, что ведет к формированию ошибочных результатов при испытаниях.

2. Предлагаемая замена промышленного оборудования (МТА-2Л) на лабораторный станок СМТ-500, применяемый по ГОСТ Р 53143–2008, возможна при достижении сходства технологических воздействий на этих машинах.

3. Разные значения длин трепальных барабанов у сравниваемых машин вызывают различия долей обрабатываемых прядей с образующимся у них наклоном в поле трепания из-за перемещения воздушных масс. У станка СМТ-500 доля таких прядей больше, что требует совершенствования его конструкции.

4. Предложенный узел для трепальных барабанов станка с целью параллелизации прядей при их перемещении в поле

трепания позволяет снизить в сравнении с существующей конструкцией наклон прядей с 30...50 до 10...15 градусов вне зависимости от влияния степени вылежки тресты, частоты вращения барабанов и зоны по длине стеблей.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р 53143–2008. Треста льняная. Требования при заготовках: национальный стандарт РФ: дата введения 2010-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – М.: Стандартинформ, 2010.
- Городов В.В., Лазарева С.Е., Лунев И.Я. и др. Испытание лубоволокнистых материалов. – М.: Легкая индустрия, 1969.
- Справочник по заводской первичной обработке льна / Под ред. В.Н. Храмова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
- Изменения и дополнения к методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (методические указания). – Госкомиссия по сортоиспытанию: М., 1989.
- Новиков Э.В., Мальцев Р.В., Опарин Б.В. Сравнительная оценка лабораторных мяльно-трепальных станков СМТ-200М и СМТ-500 // Достижения науки и техники АПК. – 2009, № 5. С. 55...56.
- Кузьминский А.Б. Теоретические основы процесса трепания лубяных волокон. – М.-Л.: Легпромиздат, 1940.
- Суслов Н.Н. Исследование воздушных потоков в зоне трепания льнотрепальных машин двустороннего действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958, № 3. С. 47...62.

8. Орлов А.В., Пашин Е.Л. Оценка влияния воздушных потоков на перемещения пряжей сырца разной длины и массы в продольной плоскости зоны трепания льна // Вестник Костромского гос. ун-та. – 2016, № 1 (36). С. 3...6.

9. Орлов А.В. Совершенствование процесса трепания льна барабанами с винтовым расположением бил: Дис ..... канд. техн. наук. – Кострома, 2016.

10. Лапшин А.Б., Пашин Е.Л. Развитие теории процесса трепания льна. – Кострома: КГТУ, 2004.

11. Дьячков В.А. Теоретические основы технологии производства лубяных волокон. – Кострома, КГТУ, 2009.

#### REFERENCES

1. GOST R 53143-2008 “Retted straw. Requirements for state purchases”, introduced 2010-01-01, Moscow, Standartinform, 2010.

2. Gorodov V.V., Lazareva S.E., Lunev I.Ya. et al. Testing bast fiber materials – Moscow, Legkaya industriya, 1969.

3. Khrantsov V.N. (ed), Reference of initial industrial flax processing. – Moscow, Legkaya i pischevaya promyshlennost, 1984.

4. Changes and additions to the method of state evaluation of agricultural strains. –

5. Novikov E.V., Maltsev R.V., Oparin B.V. Comparative evaluation of crushing-scutching machines SMT-200M and SMT-500 // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – № 5, 2009. P.55...56.

6. Kuzminsky A.B. Theoretical basis of bast fiber scutching process. – Moscow, Legpromizdat, 1940.

7. Suslov N.N. Research of air flow within the scutching area of two-sided flax scutching machines // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1958, № 3. P.47...62.

8. Orlov, Pashin E.L. Estimating the effect of air flow on the longitudinal movement of raw flax strands of various lengths and masses // Vestnik KGTU. – 2016, № 1(36). P. 3...6.

9. Orlov A.V. Improving the process of flax scutching using helicoidal scutching drums (candidate thesis). – Kostroma, Kostroma State University, 2016.

10. Lapshin A.B., Pashin E.L. Improving the theory of flax scutching. – Kostroma, KSTU, 2004.

11. Dyachkov V.A. Theoretical basis of technology of bast fiber production. – Kostroma, KSTU, 2009.

Рекомендована кафедрой технических систем в АПК Костромской ГСХА. Поступила 31.03.22.