

УДК 677.11/12.027.162

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ТЕРМОВЛАЖНОСТНОЙ ПОДГОТОВКИ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ**

**IMPROVEMENT OF THE PROCESS  
OF HYDROTHERMAL PREPARATION OF LINEN STRAW**

*Е.Л. ПАШИН, Н.В. КИСЕЛЕВ, Ю.В. ВАСИЛЬЕВ*  
*E.L. PASHIN, N.V. KISELEV, JU.V. VASILJEV*

(Костромской государственной технологической университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: energy@kstu.edu.ru

*Сформулированы направления повышения эффективности сушки стланцевой льняной тресты. Эти предложения явились основой новых технических и технологических решений по совершенствованию конструкции сушильной машины. Один из вариантов схемы расположения слоя, перемещения теплоносителя и элементов конструкции машины представлен в данной статье.*

*The directions of increase of efficiency of layer linen straw drying have been formulated. These offers were the basis of new technical and technological decisions on perfection of a machine design for drying. One of the variants of a layer arrangement scheme, moving of the heat-carrier and machine design elements is presented in the given article.*

**Ключевые слова:** лен, стебель, сушка, свойства, конструкция.

**Keywords:** flax, a stalk, drying, properties, design.

Важнейшим направлением повышения эффективности отрасли первичной обработки льна является снижение производственных затрат при получении льноволокна. Анализ структуры себестоимости продукции льнозаводов (рис. 1) показывает высокий удельный вес затрат, связанных с энергоресурсами [1]. Их доля составляет примерно четверть всего объема затрат.

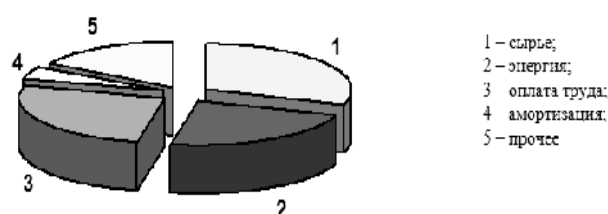


Рис. 1

Распределение энергозатрат по отдельным технологическим операциям неравно-

номерно (рис. 2 – удельный вес энергозатрат на производство длинного и короткого волокна, %) [1], при этом наиболее энергоемка сушка льнотресты.

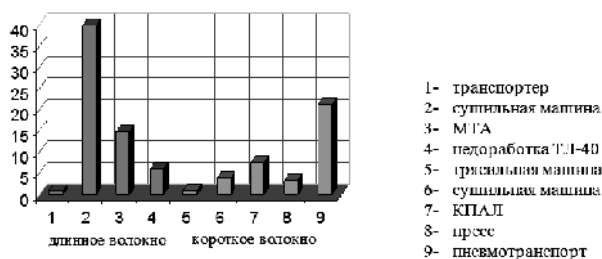


Рис. 2

Существующая сушильная машина для стланцевой льнотресты СКП-1-10ЛУ предназначена для подсушки стеблей от 25 до 10...11% влажности [2]. При этом она имеет длину 22 м, ширину 2,8 м и высоту 3,2 м. Масса машины 23,5 т, потребляемая мощность 14 кВт, установленная мощность электродвигателей – 29,2 кВт.

Наряду с очевидно высокой металло- и энергоемкостью этой машины в последнее время при ее использовании стал проявляться еще один недостаток: неэффективная сушка льнотресты, поставляемой на льнозаводы в рулонах, длина стеблей в которых значительно варьируется. Формирующийся при размотке рулонов слой стеблей имеет разную ширину, что ведет к утечкам горячего воздуха помимо слоя, расположенного на сетчатом транспортере сушилки [3]. Этот недостаток был справедливо отмечен в работе [4], где предложены некоторые решения по его устранению. Однако на практике эти решения оказались не востребованы. Поэтому для исключения указанных недостатков и повышения эффективности использования теплоносителя при сушке неоднородной по свойствам и структуре слоя тресты появилась острая необходимость в совершенствовании существующей сушильной техники.

Другой проблемой, также связанной с особенностями поступающей на льнозаводы стланцевой тресты, является необходимость снижения уровня недоработки получаемых при механической обработке стеблей на мяльно-трепальном агрегате (МТА). Оказалось, что снижение недоработки тре-

бует лучшего обескостривания срединных участков льняных прядей, что становится возможным при более интенсивной подсушке срединных участков стеблей для повышения их декортикационной способности [5]. При этом концевые участки, с учетом их более интенсивной обработки в процессе трепания [6], нецелесообразно подвергать такому подсушиванию, так как при влажности стеблей тресты в пределах 16...19% обеспечиваются лучшие прочностные характеристики волокна. Подсушка же срединных участков до влажности 9...12%, несмотря на снижение прочности волокна, возможна, так как, принимая во внимание условия взаимодействия их с биллами трепальных барабанов и меньшее число взаимодействий с элементами бил, в них не возникает значительных повреждений по сравнению с вершинными и комлевыми участками.

При обосновании возможных решений по интенсификации процесса сушки средней части стеблей при одновременном более эффективном использовании потенциала сушильного агента учитывали зависимость производительности единицы полезной площади сушилки от скорости воздуха и характера загрузки сырья. При движении горячего воздуха вдоль стеблей увеличение скорости его прохождения в два раза может приводить к росту производительности сушки до трех раз [3, с. 85]. Эффективным приемом интенсификации сушки льноволокна является использование "кипящего" слоя [7]. Применительно к тресте похожий эффект можно ожидать за счет встряхивания слоя на транспортере сушильной машины.

В то же время интенсификация сушки тресты за счет увеличения скорости прохождения теплоносителя в условиях отсутствия свободной влаги на поверхности стеблей стланцевой тресты менее эффективна, так как лимитирующим процессом является перенос влаги внутри стебля. При таких условиях диффузионный критерий Био достигает больших значений, и для интенсификации массообмена необходимо, чтобы повышение коэффициента теплопроводности внутри стеблей проис-

ходило более интенсивно, чем рост коэффициента влагоотдачи на их поверхности. Это возможно за счет более интенсивного прогрева материала, причем с учетом изложенных выше обстоятельств такой прогрев целесообразно осуществлять применительно к средней части стеблей.

На основе приведенного анализа были сформулированы направления повышения эффективности сушки стланцевой льняной тресты:

- сочетание движения теплоносителя вдоль стеблей с горизонтальным расположением их на транспортере сушильной машины;
- интенсификация сушки средних частей длины стеблей за счет увеличения скорости теплоносителя и иных приемов;
- лучший прогрев средней части длины стеблей;
- недосушка концевых участков стеблей или, что более предпочтительно, их увлажнение.

Эти предложения явились основой новых технических и технологических решений по совершенствованию конструкции сушильной машины. Один из вариантов схемы расположения слоя, перемещения теплоносителя и элементов конструкции машины представлен на рис. 3 (поперечный разрез сушильной машины).

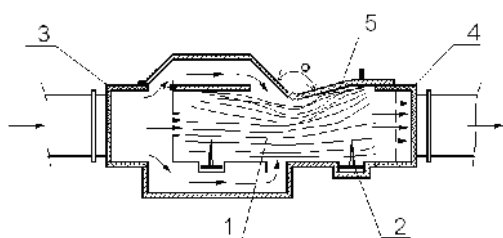


Рис. 3

Слой льняной тресты 1 после размотки его из рулона размещают горизонтально и далее перемещают с помощью колкового транспортера 2. Сушильная камера состоит из теплоизолированного корпуса, состоящего из левой 3 и правой 4 частей, а также крышки 5. Она шарнирно закреплена на корпусе, имеет возможность подниматься и менять свою конфигурацию путем изменения угла  $\theta$ . Это необходимо

для повышения скорости теплоносителя при его перемещении вдоль срединных участков стеблей. Дополнительно для интенсификации процесса сушки этих участков предложено осуществлять их встряхивание за счет движения слоя по направляющим специальной формы. В процессе сушки слой тресты расположен между частями корпуса и поджат в средней части крышкой 5. Горячий воздух из воздуховода попадает в левую часть корпуса сушильной машины и разделяется на три потока. Один из них направляется в торцы стеблей, а два других – в срединную часть слоя. Возможна также подача воздуха непосредственно в среднюю часть стеблей с разделением потока в направлении комлей и вершин. Ввод горячего воздуха в среднюю часть стеблей для большей эффективности сушки может производиться поочередно: сначала сверху, затем – снизу. С этой целью сушильную машину предложено выполнить в модульном исполнении (рис. 4).

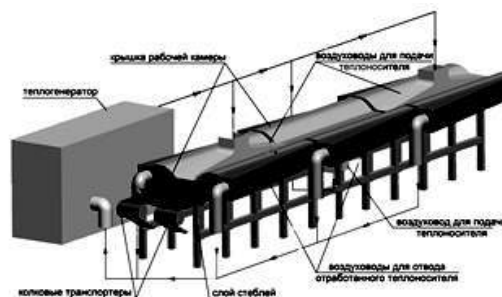


Рис. 4

Деление сушильной машины на модули необходимо также для рационального использования потенциала сушильного агента по принципу противотока и повышения производительности. В последних модулях могут быть установлены устройства для увлажнения концевых участков стеблей с применением воды или пара для уменьшения их повреждения при трепании.

Таким образом, применение предлагаемой схемы сушильной машины позволит реализовать все упомянутые выше направления интенсификации процесса сушки. Ее использование возможно также и для отходов трепания, которые требуют

дополнительной подсушки. Конкретные режимно-конструктивные параметры предложенной схемы сушильной машины будут уточнены по результатам НИОКР.

## ВЫВОДЫ

1. Наиболее энергоемкой технологической операцией при первичной обработке льна является сушка льняной тресты, что обосновывает первоочередную необходимость совершенствования параметров процесса сушки и технических средств для его реализации.

2. В условиях повышенной неоднородности свойств и структурных характеристик ленты льна, получаемой при размотке рулонов, эффективными направлениями совершенствования процесса сушки тресты являются: сочетание движения теплоносителя (горячего воздуха) вдоль стеблей с горизонтальным расположением их на транспортере сушильной машины; интенсификация сушки средних частей стеблей, в том числе за счет их интенсивного прогрева; недосушка концевых участков стеблей или, что более предпочтительно, их увлажнение.

3. Сушильная машина должна иметь модульное исполнение и предусматривать возможность подсушки отходов трепания льна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Круглий И.И., Пашин Е.Л.* Повышение эффективности льняного комплекса АПК: Рекомендации. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007.
2. Справочник по заводской первичной обработке льна/ Под общ. ред. В.Н. Храмцова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. *Суматов В.А.* Сушка и увлажнение лубоволокнистых материалов: Учебник для вузов. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. А.с. СССР № 1523866 / Е.Н. Токмаков, А.А. Потарин, А.Н. Пигалов. – Оpubл. 23.11.89, бюл. № 43.
5. *Благовещенский В.П.* Технологическое значение влажности льняной тресты: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 1962.
6. *Бойко С.В., Пашин Е.Л.* Теоретические основы повышения эффективности процесса трепания недоработанного льняного волокна: Монография. – Кострома, Изд-во Костр. гос. технолог. ун-та, 2008.
7. *Орехов А.В., Иванов С.В.* Выбор конструктивных и технологических параметров конвейерной сушилки льновороха // Вестник ВНИИЛК. – Кострома, №2, 2003. С. 22...26.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 12.04.11.