

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ЛЬНОТРЕСТЫ В МАШИНЕ СКП1-10ЛУ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ НЕРОВНОТЫ СЛОЯ СТЕБЛЕЙ ПО ТОЛЩИНЕ И ШИРИНЕ

MODELING THE DRYING PROCESS OF FLAX STOCK WITH IRREGULAR THICKNESS AND WIDTH OF THE LAYER ON SKP1-10LU DRYING MACHINE

Н.В. КИСЕЛЕВ, Е.Л. ПАШИН, А.И. ШАЛАНИНА
N.V. KISELEV, E.L. PASHIN, A.I. SHALANINA

(Костромской государственной университет)
(Kostroma State University)
E-mail: kstu-tplv@yandex.ru

На основе анализа компьютерной модели дана количественная оценка неравномерности сушки и затрат тепла при сушке слоя льняной тресты с вариацией по толщине и ширине.

On the basis of the analysis of computer model the quantitative assessment of drying nonuniformity and heat consumption in the drying process of flax stock layer with a variation of thickness and width is given.

Ключевые слова: льняная треста, неоднородный слой, неравномерность сушки.

Keywords: flax stock, the nonuniform layer, nonuniformity of drying.

Практика применения машин для сушки слоя стеблей льна, формирующегося при механизированной технологии уборки, поставляемого на льнозавод в виде рулонов, а также их анализ выявили высокие затраты тепла и неравномерность сушки [1]. Указанные недостатки определяются вариацией свойств структуры слоя [2], [3].

Исследования, проведенные на Шолоховском льнозаводе Костромской области в период 2011–2014 гг., показали, что в сушильную машину поступает слой с повышенной вариацией ($C_v > 100\%$) его толщины и длины стеблей. Типичный характер изменения указанных параметров слоя, получаемого при размотке рулона перед подачей его в сушильную машину, представлен на рис. 1.

При таком варьировании свойств сырья происходит неполное перекрытие слоев поверхности сетчатого транспортера сушильной машины, которое колеблется в

пределах 40...90%. В этих условиях теплоноситель устремляется в свободные от стеблей участки транспортера, что снижает эффективность сушки и приводит к нерациональному использованию тепла. Этому способствует также варьирование толщины слоя, так как она определяет скорость теплоносителя в нем.

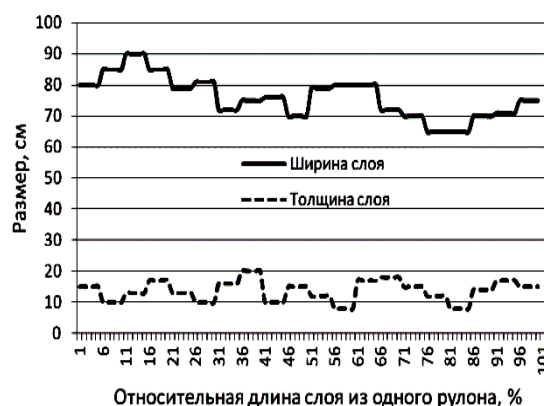


Рис. 1

Исследование компьютерных моделей процесса сушки льняной тресты [4...7] ранее выполнялось применительно к перспективным схемам с преимущественно продольной продувкой слоя.

Моделирование процесса сушки льняной тресты при схеме с поперечной продувкой слоя, реализованной на машине СКП-1-10ЛУ, показало, что повышение степени рециркуляции и температуры сушки не позволяют компенсировать отрицательного влияния вариации параметров слоя на удельные затраты тепла [8]. Однако использованная в [8] модель плоского сечения слоя не позволила оценить влияния вариации его параметров на неравномерность сушки, что вызвало необходимость развития модельного эксперимента в условиях движущегося слоя. Разработанная компьютерная модель (рис. 2

– геометрическая модель и граничные условия модели СКП-1-10ЛУ: 1...4 – секции с подачей воздуха сверху; 5...6 – секции с подачей воздуха снизу; 7...12 – входные сечения секций (IN1...IN6, тип Inlet); 13...18 – выходные сечения секций (OUT1...OUT6, тип Outlet); 19 – кожух; 20 – слой тресты) учитывала сбежистость стеблей, плотность слоя считалась постоянной – 45 кг/м^3 , проницаемость определялась согласно данным [9]. Скорость движения транспортера составляла $3,9 \text{ м/мин}$, средняя скорость воздуха на входе в камеру $1,7 \text{ м/с}$ [5], температура сушки 90 град , степень рециркуляции 1, начальная влажность слоя 25%, изменение параметров структуры слоя соответствовало значениям, представленным на рис. 1.

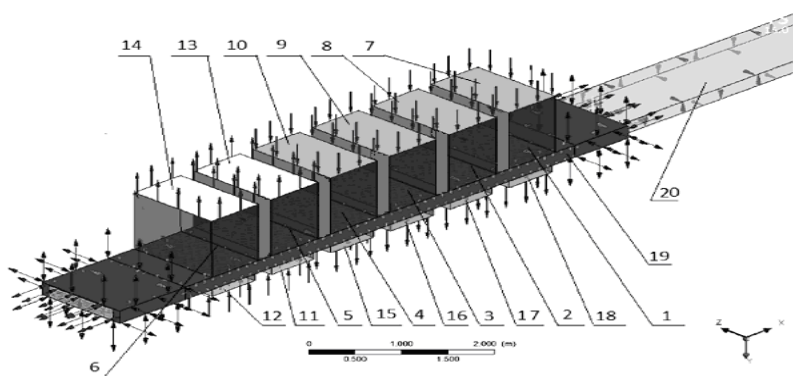


Рис. 2

В результате расчета получена зависимость средней влажности стеблей после сушки от толщины и полуширины слоя (рис. 3), анализ которой свидетельствует о значительном влиянии указанных параметров слоя на варьирование влажности стеблей после сушки. С учетом этого созданная

модель обеспечила прогнозирование результатов сушки. На рис. 4 представлены результаты изменения влажности по длине слоя на выходе из сушильной машины, при том что на входе в сушильную камеру стебли имели постоянную влажность 25%.

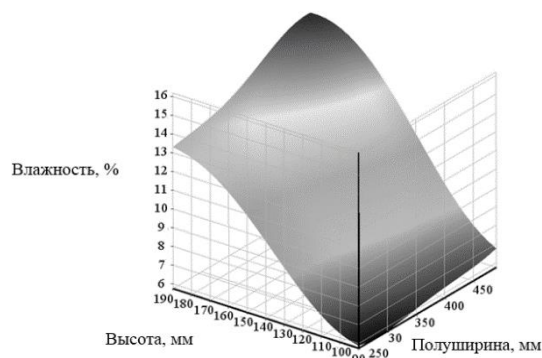


Рис. 3

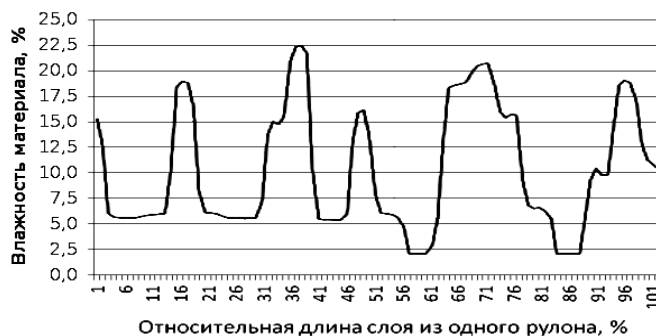


Рис. 4

Анализ полученных результатов подтвердил высказанные предположения о существенном влиянии изменчивости ширины и толщины слоя тресты, поступающего в сушильную машину при одинаковой начальной влажности на уровень ее варьирования после сушки. В вычислительном эксперименте коэффициент корреляции между толщиной слоя и остаточной влажностью составил 0,955. Схема сушки, используемая в машине СКП-1-10ЛУ, в условиях горизонтального расположения стеблей обеспечивает недопустимо высокую неравномерность сушки при неоднородном по ширине и высоте слое. При средней влажности слоя после сушки 8% в нем остаются практически не высушенные участки с влажностью 23...24%. Такие условия, в соответствии с выводами В.П. Благовещенского, будут крайне негативно влиять на выход длинного волокна и его заостренность после переработки на мяльно-трепальном агрегате [10].

Средние удельные затраты теплоты на килограмм испаренной влаги составили 7,5 МДж/кг, однако при прохождении участков с малой толщиной этот показатель достигает 11,9 МДж/кг, что значительно превышает паспортные показатели машины СКП-1-10ЛУ.

Таким образом, совершенствование конструкции сушильной машины и разработка новых вариантов конвективной сушки льняной тресты являются актуальными задачами, которые должны решаться с учетом особенностей структуры слоя стеблей льна.

В Ы В О Д Ы

На основе анализа разработанной компьютерной модели процесса сушки тресты по схеме машины СКП-1-10ЛУ установлено, что при вариации ширины слоя в интервале 0,65...0,90 м и толщины в интервале 0,08...0,2 м при средней влажности слоя на выходе из сушильных секций на уровне 8% в нем остаются практически не высушенные по всей ширине слоя участки с влажностью 23...24%, что отрицательно скажется на результатах механической обработки.

1. *Иванов Е.Э., Пашин Е.Л., Киселев Н.В.* Исследование причин низкой эффективности сушильных машин для стланцевой льнотресты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2014-10-14.pdf>.

2. *Пашин Е.Л.* Агропроизводство и технологическое качество льна. – Кострома: ВНИИ по перераб. лубяных культур, 2004.

3. *Пашин Е.Л., Иванов Е.Э., Киселев Н.В.* Исследование параметров слоя, влияющих на эффективность сушки льняной тресты // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2012, №1(28). С. 8...11.

4. *Васильев Ю.В., Киселев Н.В., Пашин Е.Л.* Компьютерная модель сушки слоя льняной тресты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С.119...123.

5. *Васильев Ю.В., Киселев Н.В., Пашин Е.Л.* Сравнительная оценка способов подачи воздуха в слой льняной тресты при конвективной сушке // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2010, №1(23). С. 8...10.

6. *Киселев Н.В., Пашин Е.Л., Иванов Е.Э.* Моделирование процесса сушки движущегося и варьированного по ширине слоя льняной тресты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 43...46.

7. *Носов А.Г., Щербаков Д.С.* О повышении эффективности процесса сушки льняной тресты на машине СЛР-3М2 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 5. С.28...32.

8. *Шаланина А.И., Киселев Н.В.* Моделирование процесса сушки льняной тресты на конвейерных сушильных машинах с учетом вариации ширины слоя [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ. – 2016. – №1. Режим доступа: <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2016-1-7.pdf>

9. *Васильев Ю.В.* Совершенствование технологии и оборудования для сушки стланцевой льняной тресты: Дис....канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2013.

10. *Благовещенский В.П.* Технологическое значение влажности льняной тресты: Дис....канд. техн. наук. – Кострома, 1962.

REFERENCES

1. *Ivanov E.Je., Pashin E.L., Kiselev N.V.* Issledovanie prichin nizkoj jeffektivnosti sushil'nyh mashin dlja stlancevoj l'notresty [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2014-10-14.pdf>.

2. *Pashin E.L.* Agroprouzvodstvo i tehnologicheskoe kachestvo l'na. – Kostroma: VNIИ po pererab. lubjanyh kul'tur, 2004.

3. *Pashin E.L., Ivanov E.Je., Kiselev N.V.* Issledovanie parametrov sloja, vlijajushhih na jeffektivnost' sushki l'njanoy tresty // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2012, №1(28). S. 8...11.

4. Vasil'ev Ju.V., Kiselev N.V., Pashin E.L. Komp'juternaja model' sushki sloja l'njanoy tresty // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. –2011, №3. S.119...123.
 5. Vasil'ev Ju.V., Kiselev N.V., Pashin E.L. Sravnitel'naja ocenka sposobov podachi vozduha v sloj l'njanoy tresty pri konvektivnoj sushke // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2010, №1(23). S.8...10.
 6. Kiselev N.V., Pashin E.L., Ivanov E.Je. Modelirovanie processa sushki dvizhushhegosja i var'iruemogo po shirine sloja l'njanoy tresty // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S.43...46.
 7. Nosov A.G., Shherbakov D.S. O povyshenii jeffektivnosti processa sushki l'njanoy tresty na mashine SLR-3M2 // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 5. S.28...32.
 8. Shalanina A.I., Kiselev N.V. Modelirovanie processa sushki l'njanoy tresty na konvejernyh sushil'nyh mashinah s uchetom variacii shiriny sloja [Elektronnyj resurs] // Nauchnyj vestnik KGTU.–2016.–№1. Rezhim dostupa: <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2016-1-7.pdf>
 9. Vasil'ev Ju.V. Sovershenstvovanie tehnologii i oborudovanija dlja sushki stlancevoj l'njanoy tresty: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma: KGTU, 2013.
 10. Blagoveshhenskij V.P. Tehnologicheskoe znachenie vlazhnosti l'njanoy tresty: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma, 1962.
- Рекомендована кафедрой механических технологий волокнистых материалов. Поступила 30.05.16.
-