

УДК 677.151.256.001.57

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЯ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА
ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ В ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЕ**

**IMITATION DESIGNING OF FLAX STALKS IN THE PROCESS
OF PROCESSING IN A SCUTCHING MACHINE**

Н.И.КОВАЛЕНКО, С.Н.РАЗИН, М.С.БУРОВ
N.I. KOVALENKO, S.N. RAZIN, M.S. BUROV

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Зависимость силы зажима прядей в транспортирующих ремнях трепальной машины от координаты вдоль их линии сопряжения позволяет определить величину этой силы для пряди любой длины, попавшей под зажим на различную длину. Это позволяет более точно оценить пригодность стеблей к трепанию и провести расчет выхода длинного волокна.

Dependence of strand clamp force in transporting belts of a scutching machine on the coordinate along their coupling line allows to determine the value of this force for the strand of any length coming into the clamp on different length. It allows to estimate the strands availability to suotching and make the calculation of a long fiber outlet.

Ключевые слова: транспортирующий ремень, линия сопряжения ремней, сила трения, сила натяжения, имитационное моделирование.

Keywords: a transporting belt, a belts coupling line, friction force, tension force, imitation designing.

Сущность процесса трепания заключается в поочередной обработке прядей льносырца в разных секциях трепальной

машины. В первой секции обрабатываются вершинные части стебля, а комлевые зажаты в транспортирующих ремнях. Во вто-

рой секции машины обрабатываются комлевые участки прядей, а под зажимом находятся вершинные их части. В обеих секциях машины слой должен быть надежно зажат в транспортирующих ремнях зажимного транспортирующего механизма.

Надежность зажима зависит как от его конструктивных особенностей, так и от свойств поступающего в трепальную машину слоя стеблей. Слой должен быть равномерным по толщине, непрерывным, выровненным по комлям и вершинам, а также определенным образом ориентирован относительно зажимного транспортера. Все эти факторы определяют пригодность слоя к трепанию и основной показатель работы мяльнотрепального агрегата – выход длинного волокна. Особенно существенно влияние длины стеблей в слое на результаты механической обработки. Минимальная длина стеблей, пригодных к обработке трепанием определяется конструктивными параметрами зажимного транспортирующего механизма трепальной машины.

Согласно [1] конструктивные параметры зажимного транспортирующего механизма агрегата МТА-2Л показаны на рис. 1 (схема зажима сырца в трепальной машине).

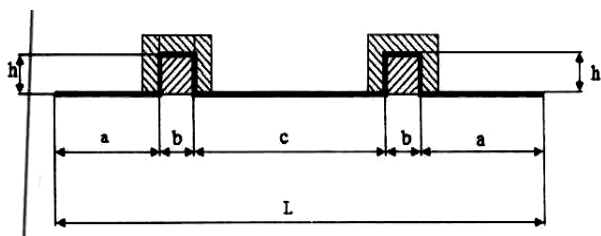


Рис. 1

Минимальная длина стеблей, пригодных к трепанию в транспортирующих ремнях этого агрегата, определяется по формуле:

$$L = 2a + 2b + 4h + c,$$

где L – минимальная длина стеблей, обрабатываемых на длинное волокно; a – длина концов сырца, находящихся вне зажима; h , b – поперечные размеры нижнего ремня; c – расстояние между трепальными секциями.

Эти параметры соответственно равны: $a = 5$ см; $b = 4$ см; $c = 14$ см; $h = 2$ см. Следовательно, для того чтобы стебли попали под зажим обоих конвейеров, длина их должна быть не менее 40 см. Стебли длиной более 40 см могут быть обработаны в трепальной машине в случае, если все они попадут под зажим транспортирующих ремней.

Однако, как показывают наблюдения, слой стеблей, поступающий на переработку в трепальную машину [2], имеет ряд недостатков, которые и определяют степень попадания стеблей под зажим транспортирующих ремней. К ним относится такой недостаток, как растянутость слоя по комлям и вершинам. Растянутость стеблей в слое оказывает негативное влияние на выход длинного волокна, так как часть стеблей не попадет под зажим транспортирующих ремней или попадет частично и выпадет в отходы трепания. Негативное влияние тем больше, чем меньше длина стеблей.

Также негативное влияние на результаты процесса трепания оказывает угловая дезориентация стеблей по отношению к зажимному транспортеру. При этом отдельные стебли в слое располагаются не перпендикулярно линии зажима, а оказываются повернутыми в ту или другую сторону. Величина этого отклонения зависит от свойств сырья. Угловая дезориентация стеблей в слое снижает пригодность стеблей к трепанию, потому что отдельные стебли также не попадают под зажим транспортирующих ремней и выпадают в отходы трепания. Кроме того, стебли после промина имеют некоторую гофрированность, что также влияет на пригодность слоя к трепанию. Следовательно, такие факторы, как неоднородность стеблей в слое, их растянутость, угловая дезориентация и гофрированность, снижают выход длинного волокна, так как эти факторы негативно влияют на надежность зажима стеблей в слое.

До настоящего времени пригодность слоя к трепанию определяли из условия полного попадания стеблей под зажим транспортирующих ремней.

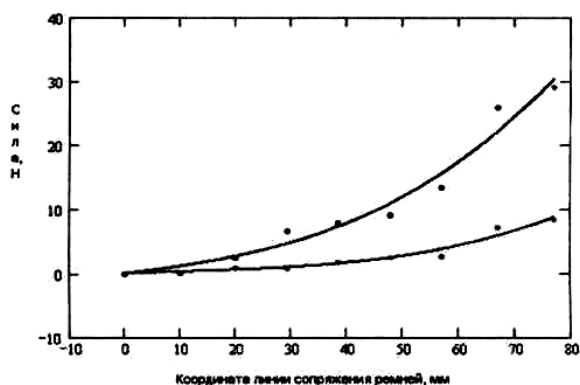


Рис. 2

Проведенные в работе [3] исследования по расчету сил зажима слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины впервые позволяют более точно оценить пригодность стеблей к трепанию, исходя из надежности их зажима. Используя зависимость силы зажима прядей от ее координаты вдоль линии сопряжения ремней (рис. 2), можно определить величину этой силы для участка пряди любой длины, попавшего под зажим, и провести расчет выхода длинного волокна. Для этой цели впервые была разработана методика расчета выхода длинного волокна на основе имитационного статистического моделирования слоя, поступающего на обработку в трепальную машину. Из соотношения сил зажима слоя и сил натяжения, возникающего в слое от действия бил трепальных барабанов, можно сделать заключение о надежности фиксации слоя в транспортирующих ремнях.

В работах [2], [4] проведено исследование потока обрабатываемого слоя стеблей в процессе трепания. Из этих работ следует, что смещение комлевой части стеблей и длина стебля изменяются по нормальному закону распределения. В этих работах получены следующие статистические характеристики: математические ожидания $a_x = 5$ см — смещения комлевой части волокна и $a_\ell = 55$ см — длины волокна и их среднеквадратические отклонения $\sigma_s = 2$ см и $\sigma_\ell = 4,5$ см (рис. 2 — зависимость силы зажима слоя стеблей льна от координаты линии сопряжения ремней на участке ремней, расположенного в центре между ося-

ми роликов). В [4] принято, что угловая дезориентация также изменяется по нормальному закону с математическим ожиданием $a_\alpha = 0^\circ$ и среднеквадратическим отклонением $\sigma_\ell = 12^\circ$.

Если известны математические ожидания и среднеквадратические отклонения, то для определения числа стеблей определенной длины, угловой дезориентации и смещения комлевой части можно применять метод статистических испытаний или метод Монте-Карло, согласно которому можно при заданных значениях математического ожидания и среднеквадратического отклонения определить значение нормально распределенной случайной величины [5]:

$$X = M(X) + \sigma(X) \left[\sum_{i=1}^{12} r_i - 6 \right], \quad (1)$$

где r_i — значения случайной величины, равномерно распределенной на $[0; 1]$.

В ходе эксперимента значения параметров изменялись следующим образом [4]: смещение комлевой части волокна — от 0 до 12 мм; длина волокна — от 40 до 70 мм; угол дезориентации — от $-\pi/4$ до $+\pi/4$; гофрирование 14.

При этом вероятность попадания любого обрабатываемого стебля в данные диапазоны составляет не менее 95%. Эксперименты проводились для слоя, состоящего из 10000 стеблей. Повторность опыта десятикратная.

Определяем количество стеблей, смещенных относительно линии зажима в интервале $[X_1, X_2]$, $[X_2, X_3]$, $[X_{k-1}, X_k]$, количество стеблей в интервале длин $[L_1, L_2]$, $[L_2, L_3]$, $[L_{m-1}, L_m]$ количество стеблей с углом дезориентации в интервале $[A_1, A_2]$, $[A_2, A_3]$, $[A_{n-1}, A_n]$.

По полученным в результате компьютерного эксперимента значениям длины стеблей и смещениям стало возможным получить имитационную статистическую модель потока слоя.

Для определения выхода длинного волокна в зависимости от вышеупомянутых факторов рассчитано количество стеблей, оставшихся в зажиме ремней и выпавших

из него при обработке в процессе трепания по разработанной методике. Выход длинного волокна для существующей модели ремней агрегата МТА-2Л составил 9,576%.

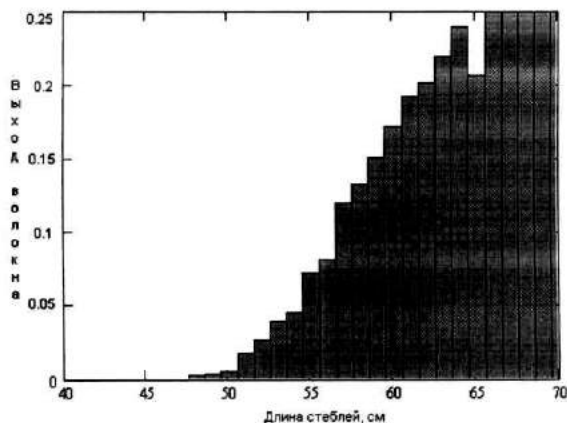


Рис. 3

Моделирование проводилось при силе натяжения, приходящейся на 1 см слоя, равной 5Н.

Анализ проведенных исследований показал, что каждый из факторов: смещение, дезориентация и гофрирование влияет на выход длинного волокна.

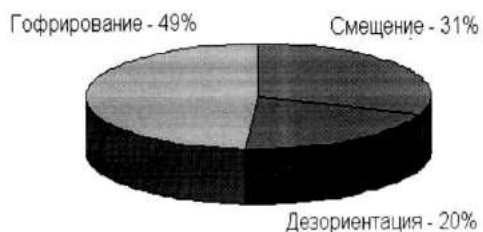


Рис. 4

Доля влияния каждого фактора на выход длинного волокна представлена на

рис. 4 (доля влияния исследуемых факторов на выход длинного волокна для существующей модели транспортирующего механизма).

ВЫВОДЫ

Получена методика оценки технологической эффективности условий зажима стеблей в транспортирующих ремнях трепальной машины. Оценка эффективности осуществляется по величине силы зажима стеблей в ремнях транспортирующего механизма на основе имитационного стохастического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ипатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур: Учебное пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
2. *Лапшин А.Б.* Развитие теории процесса получения трепаного льняного волокна: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, 2002.
3. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Моделирование напряженно- деформированного состояния моделей транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5. С.81...84.
4. *Баринов А.А.* Разработка параметров системы управления расположением слоя стеблей при получении трепаного льняного волокна: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2010.
5. *Калинина В.Н., Панкин В.Ф.* Математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2001.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 18.06.12.