

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИЯ НА КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ МАШИН

Виневский Е.И.*, *д-р техн. наук, профессор*; Огняник А.В.*, *канд. техн. наук*;
Виневская Н.Н.*, *канд. техн. наук*; Трубилин Е.И.***, *д-р техн. наук*;
Букаткин Р.Н.***, *канд. техн. наук*

* ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт табака,
махорки и табачных изделий», г. Краснодар

** ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар

*** Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков
(военный институт) КВВАУЛ (КВАИ)
имени Героя Советского Союза А.К. Серова, г. Краснодар

Разработка новых и совершенствование существующих конструкций машин для уборки и послеуборочной обработки табака возможно только на основе глубокого изучения особенностей и свойств той среды, с которой взаимодействуют рабочие органы машин. В частности, оптимизация параметров технологических процессов, разработка конструкций машин для уборки и последующей обработки листьев табака невозможны без знания их физико – механических свойств.

В процессе взаимодействия рабочих органов машины с растением между ними возникают различные виды усилий, зависящие от физико – механических свойств растений, его листьев и стеблей: их массы, центра тяжести, геометрического центра табачного листа, влажности, шероховатости поверхности и другие, оказывающие влияние на скорости витания и перемещение. Одними из важнейших трибологических показателей физико – механических свойств табачного растения являются коэффициенты трения покоя и скольжения, влияющие на силы трения, возникающие между поверхностями рабочих органов и различными частями растений табака.

Исходя из этого, целью исследований являлось определение трибологических характеристик взаимодействия листьев табака с рабочими органами машин - коэффициенты трения покоя и скольжения.

Проводились экспериментальные исследования по определению коэффициентов трения покоя и скольжения табачных листьев о различные материалы в зависимости от продолжительности времени после отделения листа от стебля.

Результаты исследований и основные статистические характеристики коэффициентов трения покоя о различные конструкционные материалы приведены в таблице 1.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа можно сделать выводы, что данные в группах отличаются существенно (критерий Фишера: $F_{\phi} F_{05}$), нулевая гипотеза отвергается и различия в группах носят неслучайный характер. Поэтому по критерию Фишера различия в группах данных вызваны

внешними данными: различные конструкционные материалы рабочих поверхностей [3, 4].

Таблица 1

Статистические характеристики коэффициента трения покоя

Материал	Статистические характеристики				
	X_{cp}	S^2	S	$S_x, \%$	V
Сталь	0,8884	$1,12 \cdot 10^{-7}$	$3,35 \cdot 10^{-4}$	$1,68 \cdot 10^{-2}$	$9,60 \cdot 10^{-2}$
Эмаль	0,8896	$1,47 \cdot 10^{-7}$	$3,83 \cdot 10^{-4}$	$1,93 \cdot 10^{-2}$	$7,39 \cdot 10^{-2}$
Пластик	0,8900	$4,33 \cdot 10^{-7}$	$6,58 \cdot 10^{-4}$	$3,31 \cdot 10^{-2}$	$4,31 \cdot 10^{-2}$
Дюраль	0,8905	$7,27 \cdot 10^{-7}$	$8,53 \cdot 10^{-4}$	$4,29 \cdot 10^{-2}$	$3,76 \cdot 10^{-2}$
Резина	0,8909	$8,00 \cdot 10^{-9}$	$8,94 \cdot 10^{-5}$	$0,44 \cdot 10^{-2}$	$1,00 \cdot 10^{-2}$
Дерево	0,8933	$1,80 \cdot 10^{-8}$	$1,34 \cdot 10^{-4}$	$0,67 \cdot 10^{-2}$	$1,50 \cdot 10^{-2}$

Доверительные интервалы коэффициентов трения покоя листьев табака о различные конструкционные материалы с пределами варьирования показаны в виде гистограммы на рисунке 1 [3, 4]. Представленные данные могут использоваться для расчета параметров рабочих органов в зависимости от силового воздействия.

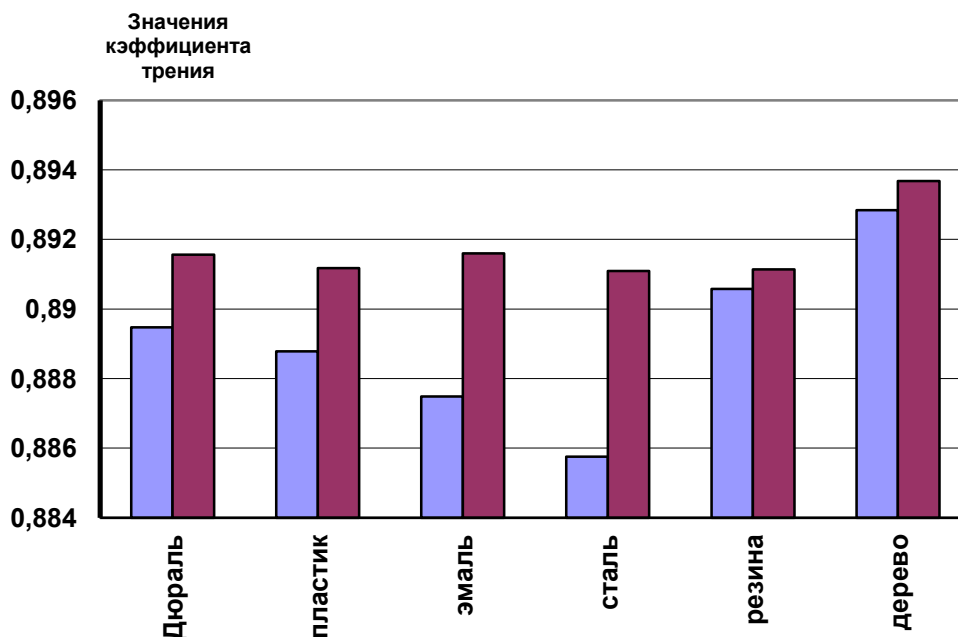


Рис. 1. Пределы варьирования коэффициентов трения о различные конструкционные материалы рабочих поверхностей

Экспериментально изучено изменение статического коэффициента трения поверхностей листьев табака о различные конструкционные материалы в зависимости от изменения тургора листьев с течением времени от момента их отделения от стебля. В качестве исследуемых материалов изучались варианты гибкой воздухопроницаемой ленты, предназначенной для формирования рулонов при накоплении листьев [1].

Получены эмпирические уравнения влияния коэффициента пористости материала на коэффициент трения нижней и верхней сторон пластинки табачного листа:

$$f_{\text{нижн}} = 0,78k_{\text{пор}}^2 - 0,07 k_{\text{пор}} + 1,02 \quad (1)$$

$$f_{\text{верхн}} = -0,04 k_{\text{пор}}^2 + 0,59 k_{\text{пор}} + 1,05 \quad (2)$$

Установлено, что с повышением коэффициента пористости коэффициент трения увеличивается.

Графическая интерпретация доверительных интервалов коэффициентов трения покоя листьев табака о поверхности конструкционных материалов с различными коэффициентами пористости показана на рисунке 2, в виде гистограммы с пределами варьирования для испытуемых материалов рабочих поверхностей. Представленные данные могут использоваться при расчете параметров рабочих органов для накопления листьев табака в соответствующих материалах в зависимости от величины силы натяжения при формировании рулонов.

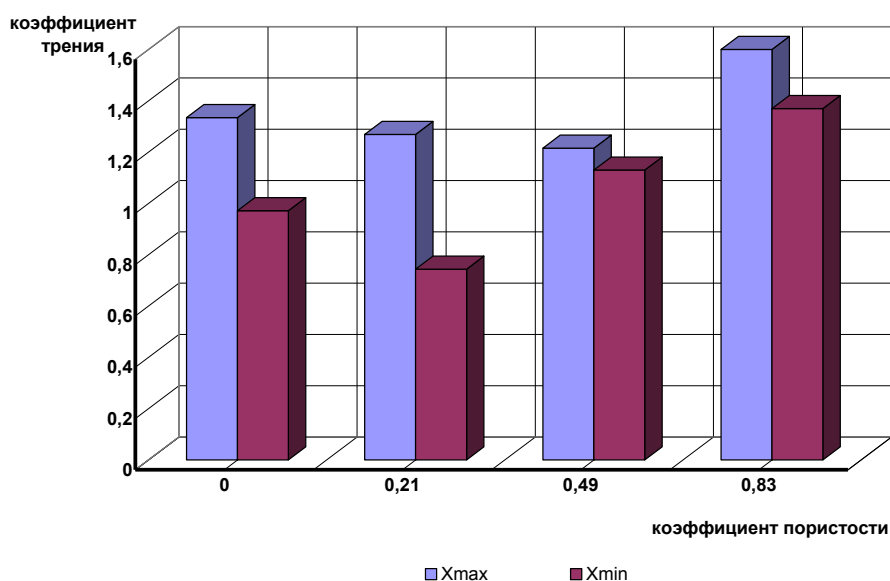


Рис. 2. Пределы варьирования коэффициентов трения покоя листьев табака о поверхности конструкционных материалов с различными коэффициентами пористости

Изучено влияние степени снижения тургора листьев в зависимости от времени их хранения после отделения от стебля на коэффициент трения.

В таблице 2 представлены результаты дисперсионного анализа объемов выборок экспериментальных данных коэффициента трения табачного листа о материалы через различное количество часов после отделения его от стебля при кратковременном хранении (томлении).

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа экспериментальных данных коэффициента трения свежесобранного табачного листа через различное количество часов

Сравниваемые данные		F-статистика	F-критическое	Разность
Нижняя сторона листа	0 ч – 24 ч	2,226	4,414	Не существенная
	24 ч – 48ч	11,092	4,414	Существенная
Верхняя сторона листа	0 ч – 24 ч	1,604	4,414	Не существенная
	24 ч – 48ч	1,174	4,414	Не существенная

По результатам однофакторного дисперсионного анализа можно сделать выводы, что данные в группах отличаются не существенно.

На рисунке 3 представлены гистограммы коэффициентов трения нижних и верхних сторон табачного листа через определенное количество часов с пределами варьирования. Анализ экспериментальных данных показывает, что с течением времени коэффициент трения покоя табачного листа снижается не значительно.

Таким образом, установлено, что с повышением коэффициента пористости коэффициент трения увеличивается, а с течением времени после отделения табачного листа от стебля коэффициент трения снижается не существенно. Эти данные необходимы при конструировании рабочего органа для накопления и геометрии его размещения.

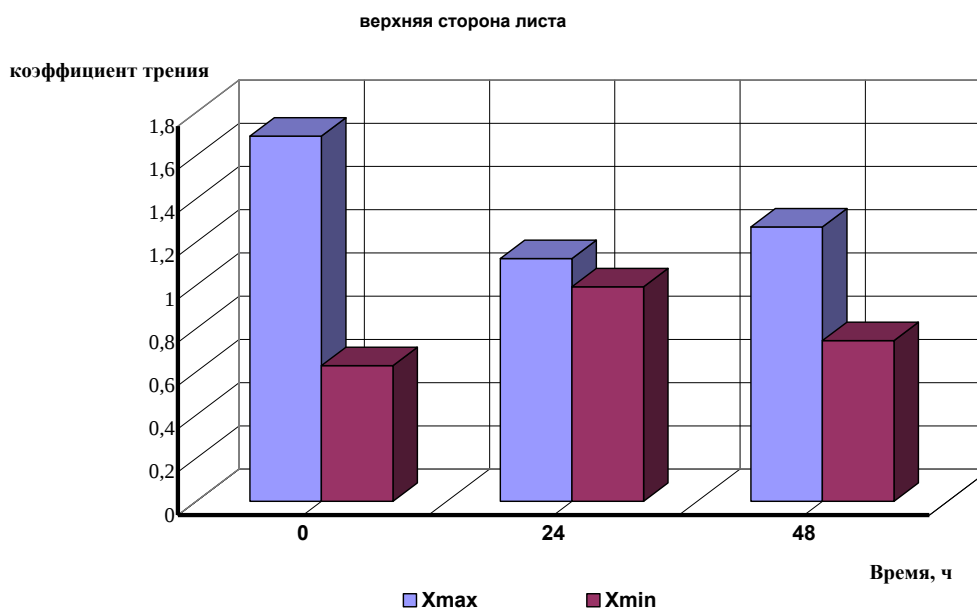


Рис. 3. Влияние продолжительности томления табачного листа на изменение коэффициента трения

Коэффициент трения скольжения определялся для табачных листьев сортов Трапезонд 92 (черешковые листья) и Юбилейный (сидячие листья), а также вырезанной средней жилки при различном времени томления. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Значения коэффициента трения скольжения черешковых листьев (Трапезонд 92)

Продолжительность томления	Соприкосновение со стальной поверхностью		
	нижняя сторона листа	верхняя сторона листа	средняя жилка
Свежеубранный лист (0 часов)	0,512	0,644	0,500
24 часа	0,527	0,650	0,500
48 часов	0,558	0,654	0,500
72 часа	0,644	0,658	0,500

Значения коэффициентов трения скольжения табачных листьев о сталь при взаимодействии верхней стороной листа за время томления (72 часа) изменяются не значительно: на 2,13 % (Трапезонд 92) и на 1,97 % (Юбилейный).

Таблица 4

Значения коэффициента трения скольжения сидячих листьев (Юбилейный)

Продолжительность томления	Соприкосновение со стальной поверхностью		
	нижняя сторона листа	верхняя сторона листа	средняя жилка
Свежеубранный лист (0 часов)	0,549	0,647	0,500
24 часа	0,582	0,654	0,500
48 часов	0,635	0,657	0,500
72 часа	0,652	0,660	0,500

При взаимодействии нижней стороной листа за тоже время: на 20,5 % (Трапезонд 92) и на 15,8 % (Юбилейный). Характер изменения кривых «Нижняя сторона листа» различен: у сорта Трапезонд 92 за время томления 48 часов значение коэффициента трения скольжения увеличилось на 8,2 %, а у сорта Юбилейный – на 13,5 %. Несколько большее значение коэффициента трения скольжения у сорта Юбилейный объясняется большей площадью соприкосновения пластинки листа со стальной поверхностью, так как это крупнолистный сорт.

Практическое использование результатов исследований по изучению коэффициентов трения покоя и скольжения позволит разработчикам обоснованно определять технологические схемы процессов, геометрические и кинематические параметры создаваемых машин, делать выбор наиболее подходящих конструкционных материалов и будет способствовать расширению научных основ расчета на прочность отдельных узлов и деталей машин для табаководства.

Литература

1. Винеvская, Н.Н. Оптимизация параметров и режимов работы рабочих органов для накопления и транспортирования листьев табака машинной уборки: дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2012. – 197 с.
2. Винеvский, Е.И. Трибологические исследования взаимодействия листьев табака с рабочими органами машин/ Е.И. Винеvский, Е.И. Трубилин, Н.Н. Винеvская, А.В. Огняник, Р.Н. Букаткин// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 100 (06). – С. 502-520. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/77.pdf>.
3. Огняник, А.В. Исследование коэффициента трения между листьями табака и рабочими органами машин для переработки табака [Электронный ресурс] / А.В. Огняник // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов (7-25 апреля 2014 г.) / Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий. – Краснодар, 2014. – С. 21-24. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2014/sbornik_conf_2014.pdf.
4. Огняник, А.В. Усовершенствованный технологический процесс и параметры рабочего органа для полистного разделения пачек табачных листьев и их ориентации: дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2012. – 127 с.