

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОРИЕНТАЦИИ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИХ К СУШКЕ

Виневский Е.И., д-р техн. наук, Ульянченко Е.Е.
ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», г. Краснодар

Головки А.Г., Кошечев О.Ю., магистранты
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»

Аннотация: Проведены теоретические исследования движения пачки листьев по внутренней поверхности барабана в процессе их полистного разделения. Установлено, что с увеличением радиуса барабана критическая угловая скорость вращения барабана снижается, а для табачных листьев с меньшим коэффициентом парусности необходима большая критическая угловая скорость, чем с листьями с большим коэффициентом парусности.

Ключевые слова: листья, табак, ориентация, движение, перемещение, падение, расслоение

Технология послеуборочной обработки табака сопряжена с большими затратами трудовых и энергетических ресурсов. На производство 1 т табачного сырья необходимо затратить свыше 1200 чел-ч, израсходовать около 1,5 т условного топлива. Для устранения этих недостатков требуется разработка рабочего органа для полистного разделения пачек табачных листьев [1].

Целью работы являлось повышение производительности процесса подготовки листьев табака к сушке путем разработки усовершенствованного технологического процесса полистного разделения пачек табачных листьев.

Для обоснования основных параметров технологического процесса подготовки листьев табака к сушке применялись методы теоретической механики и математического анализа. На основании анализа литературных источников выдвинута гипотеза, что повышение производительности труда возможно достигнуть путем применения усовершенствованной технологической схемы послеуборочной обработки табака и разработки рабочего органа, осуществляющего полистное разделение пачек листьев табака и их ориентации [2].

Рабочий орган представляет собой барабан (рис. 1) диаметром D и длиной L с внутренними лопастями. Барабан расположен под углом к горизонту γ . Ширина лопасти – h . Лопасты расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, число лопастей – K . Обозначим угол поворота барабана α , его угловую скорость вращения – ω , частота вращения в единицу времени – n . Вес пачки листьев, помещаемой в барабан – $G_{л}$, его масса – m . Коэффициент трения пачки листьев по материалу барабана – f . Размеры пачки листьев $a \times b \times c$. Так как рассматриваем плоское тело (пачку), то $a > c$ и $b > c$.

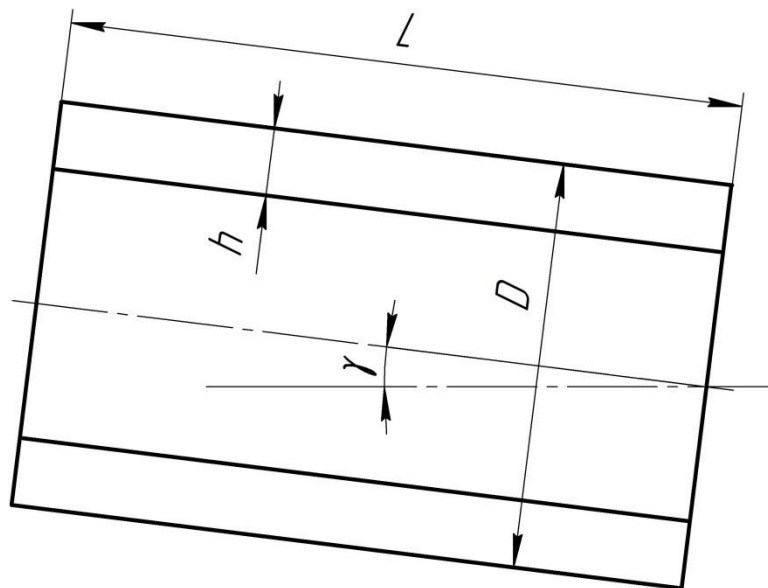


Рис. 1. Схема рабочего органа

Технологический процесс перемещения пачек листьев в барабане с внутренними лопастями можно разделить на четыре периода:

I период – движение пачки листьев по внутренней поверхности барабана;

II период – перемещение пачки листьев по поверхности внутренней лопасти;

III период – падение пачки листьев на внутреннюю поверхность барабана;

IV период – расслоение пачки листьев под действием удара о внутреннюю поверхность барабана.

После падения на внутреннюю поверхность барабана и расслоения пачка листьев вновь пройдет комплекс четырех периодов. Таким образом, достаточно рассмотреть поведение пачки в каждом процессе одного комплекса, чтобы сделать вывод о поведении ее при перемещении по всей длине барабана.

Проведем теоретические исследования движения пачки листьев по внутренней поверхности барабана в процессе их полистного разделения (*в первом периоде*).

Пачка листьев попадает в барабан в точке С (рис. 2) и начинает подъем до уровня, соответствующего углу поворота $\alpha_{кр}$.

В барабане движение пачки листьев зависит от относительной скорости и сил, действующих на них. Этими силами являются $m\bar{g}$ – вес пачки листьев; $mr\omega^2$ – центробежная сила (здесь r – радиус цилиндра, ω – его угловая скорость); $\bar{N}$ – нормальная реакция поверхности барабана; $|\bar{F}| = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$ – сила трения; $|\bar{R}_H| = k_H \cdot m \cdot V_{бар}$ – сила сопротивления среды.

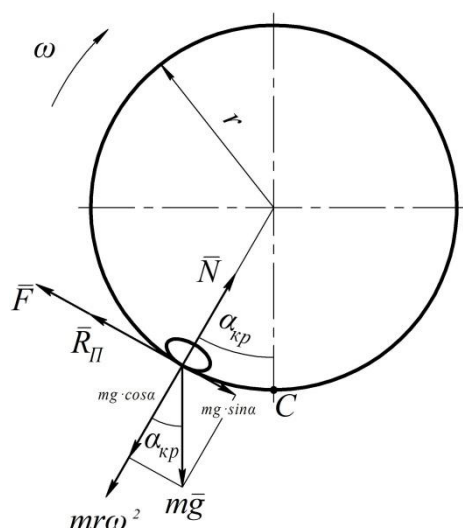


Рис. 2. Схема сил, действующих на пачку листьев в барабане

Если пачка листьев находится в I квадранте, то условие ее скольжения по внутренней поверхности барабана имеет вид

$$mg \cdot \sin \alpha > F + R_{\Pi}.$$

Проведя преобразования, получим

$$\frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin \varphi \cdot \omega + k_{\Pi} \cos \varphi} > \frac{r\omega}{g}, \quad (1)$$

Так как максимальное значение $\sin(\alpha - \varphi) = 1$, то условие скольжения примет вид

$$\frac{1}{\sin \varphi \cdot \omega + k_{\Pi} \cos \varphi} > k_{np}. \quad (2)$$

Предельное значение показателя кинематического режима k_{np} , при котором пачка листьев находится в относительном покое в барабане и движется вместе с ним

$$k_{np} = \frac{1}{\sin \varphi \cdot \omega_{кр} + k_{\Pi} \cos \varphi}. \quad (3)$$

Из выражения (3) определим критическую угловую скорость барабана, при которой начнется скольжение пачки листьев

$$r\omega_{кр}^2 \sin \varphi + r\omega_{кр} k_{\Pi} \cos \varphi - g = 0; \quad (4)$$

Решая квадратное уравнение относительно $\omega_{кр}$, получим

$$\omega_{кр} = \frac{-rk_{\Pi} \cos \varphi + \sqrt{(rk_{\Pi} \cos \varphi)^2 + 4 \cdot gr \sin \varphi}}{2 \cdot r \sin \varphi} \quad (5)$$

Для анализа влияния радиуса барабана r , угла трения φ и коэффициента парусности листьев табака k_n на критическую угловую скорость вращения барабана $\omega_{кр}$ проведем однофакторный эксперимент, принимая в правой части выражения (5) последовательно один фактор за переменную величину при прочих постоянных.

Проведено теоретическое исследование влияния скорости витания табачного листа на критическую угловую скорость вращения барабана при различ-

ных значениях радиуса барабана, при котором начинается движение табачного листа по поверхности лопасти. Результаты исследований представлены в виде графиков на рис. 3.

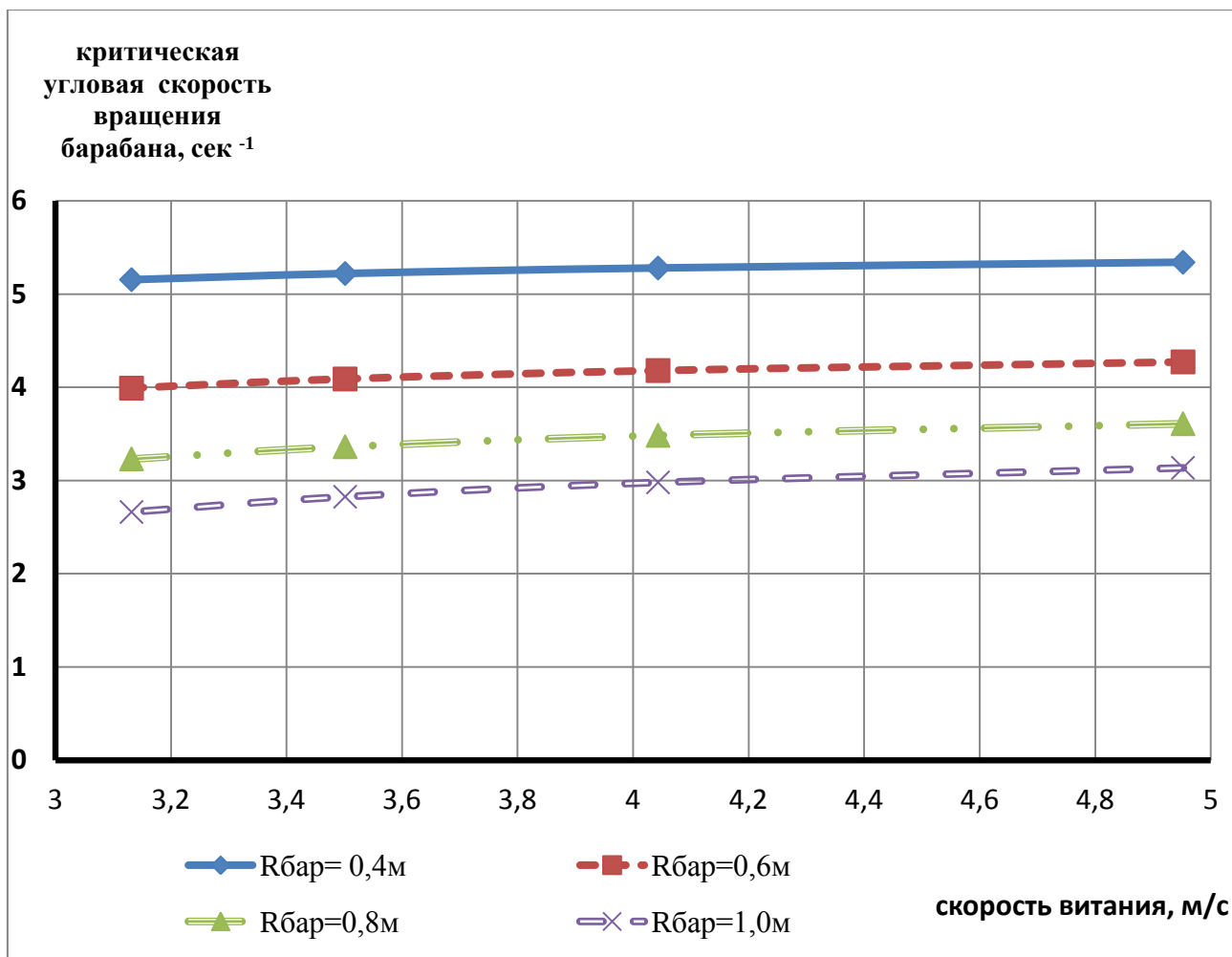


Рис.3. Влияние скорости витания на критическую угловую скорость вращения барабана $\omega_{кр}$ при различных значениях радиуса барабана r

Анализ результатов эксперимента, представленных на рисунке 3, показывает следующее:

- для листьев табака с большей скоростью витания необходима большая критическая угловая скорость вращения барабана;
- увеличение радиуса барабана критическая угловая скорость вращения барабана снижается.

Проведено исследование влияние радиуса барабана r и продолжительности времени томления на критическую угловую скорость вращения барабана $\omega_{кр}$, при котором начинается движение табачного листа по поверхности лопасти. Результаты исследований представлены на рисунке 4.

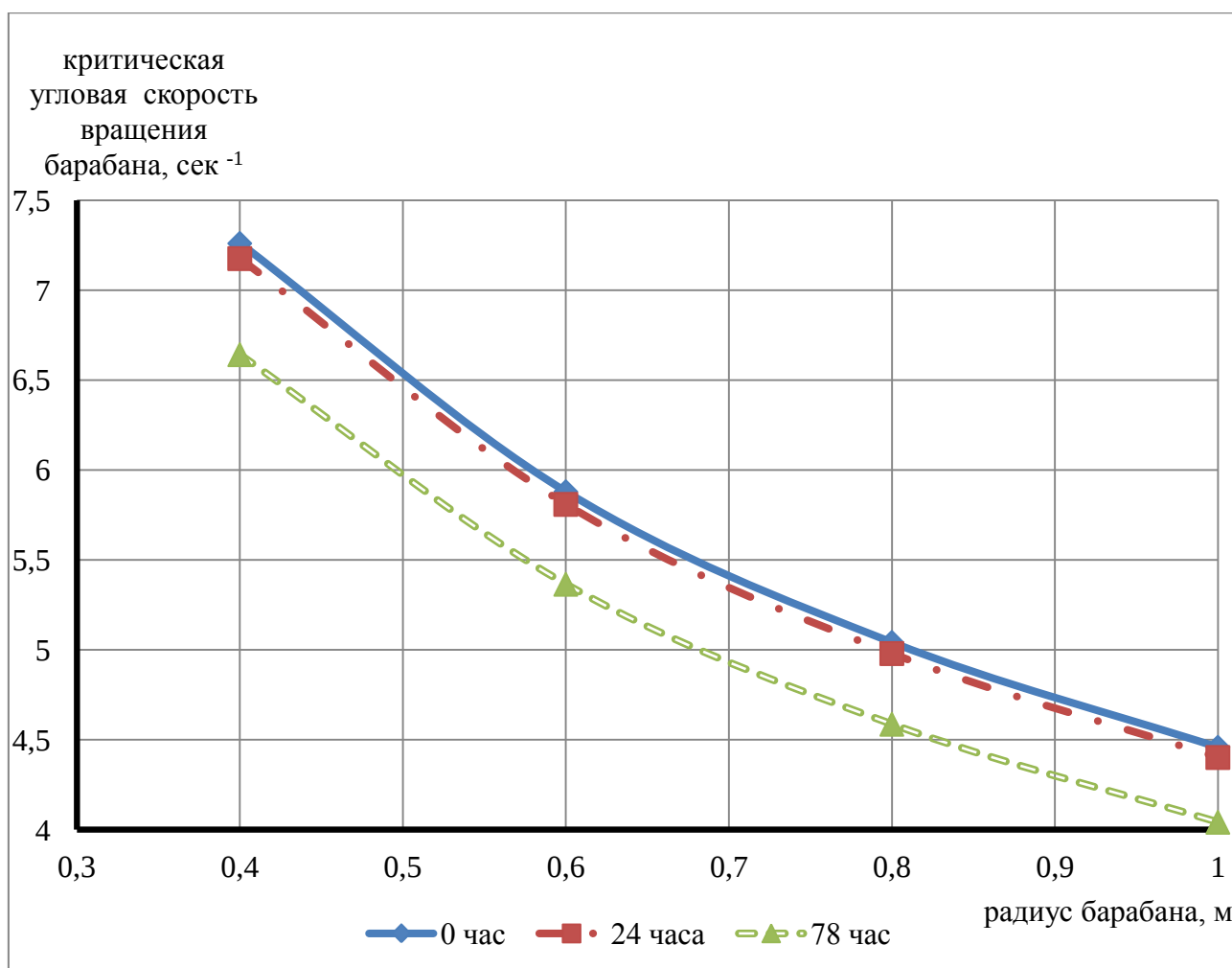


Рис.4. Влияние радиуса барабана на критическую угловую скорость вращения барабана при различной продолжительности времени томления

Анализ результатов эксперимента, представленных на рисунке 4, позволяет сделать следующие выводы:

- увеличение радиуса барабана влечет за собой снижение его критической угловой скорости;
- повышение продолжительности времени томления позволяет снизить критическую угловую скорость вращения барабана.

Практическое использование результатов исследования по изучению взаимосвязи конструктивных и кинематических параметров рабочего органа для ориентации табачных листьев и аэродинамических свойств листьев табака позволит разработчикам обосновать геометрические и кинематические параметры создаваемых машин для табаководства.

Литература

1. Саломатин, В.А. Инновационные машинные технологии в производстве табака / В.А. Саломатин, Е.И. Винецкий //Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2012. - №4. - С. 7-9.

2. Винеvский, Е.И. Технологическая линия для подготовки листьев табака к сушке / Е.И. Винеvский, А.В. Огняник // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. - № 7. – С. 9-10.
3. Винеvский, Е.И. Трибологические исследования взаимодействия листьев табака с рабочими органами машин / Е.И. Винеvский, Е.И. Трубилин, Н.Н. Винеvская [и др.] // Научный журнал КубГАУ. - 2014. - № 100 (06) /<http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/77.pdf>