

УДК 631.3: 633.71

**МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ТАБАКА****Виневский Евгений Иванович**

д-р тех. наук

Виневская Наталия Николаевна

канд. тех. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки
и табачных изделий, Краснодар*author@apriori-journal.ru*

Аннотация. Разработан новый способ накопления транспортирования и кратковременного хранения листьев табака в транспортной таре. Теоретически обоснованы параметры процесса накопления листьев табака между поверхностями гибкого материала при сматывании его в рулон. Экспериментально оптимизированы параметры и режимы работы рулонного накопителя и рабочего органа для его формирования.

Ключевые слова: табак; листья; рулонный накопитель; натяжение.

**MECHANICAL AND TECHNOLOGICAL BASES OF INNOVATIVE
TOBACCO HARVESTING TECHNOLOGY****Vinevskii Evgeny Ivanovich**

doctor of technical sciences

Vinevskaia Natalia Nikolaevna

candidate of technical sciences

All Russian Research Institute of tobacco, makhorka and tobacco products
Krasnodar

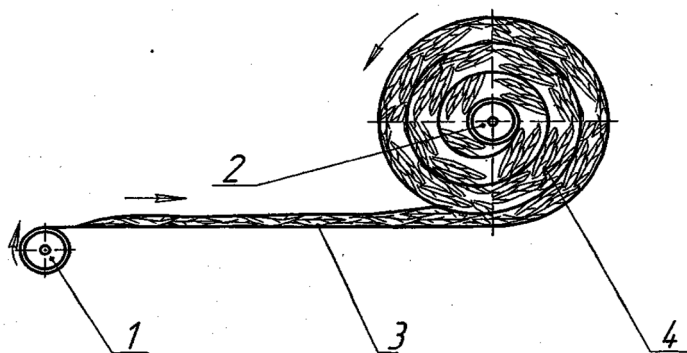
Abstract. The new method for accumulation transportation and short-term storage of tobacco leaves in a transport container has been developed. Parameters of the tobacco leaves accumulation between surfaces of flexible material when it winded into roll have been theoretically substantiated. Parameters and operation modes for roll type container and working bodies for its formation has been experimentally optimized.

Key words: tobacco; leaves; roll container; tension.

При производстве табачного сырья самым трудоемким процессом является уборка и подготовка листьев к сушке. В развитых странах уборка механизирована и производится табакоуборочными комбайнами. В странах с мало развитой экономикой, применяется в основном ручной труд. При этом листья транспортируются в накопителях из мягкой тары (рядне) или в контейнерах, которые затем при больших трудовых затратах подвергаются специальной подготовке перед сушкой (раскладке, томлению, полистной ориентации) [1].

Для снижения трудовых и энергетических затрат на послеуборочную обработку листьев табака был разработан новый способ их накопления, транспортирования и кратковременного хранения в транспортной таре [2]. Сущность его заключается в формировании рулона с листьями между поверхностями гибкого воздухопроницаемого материала, обладающего гигроскопическими свойствами. Способ адаптирован как для ручной, так и для машинной уборки табака.

В качестве рабочей гипотезы было принято, что снижение энергетических и трудовых затрат на сушку можно достичь за счет использования способа накопления и транспортирования листьев в накопитель рулонного типа, позволяющего снизить влагосодержание листьев и механизировать процесс разгрузки. Технологическая схема формирования накопителя рулонного типа представлена на рис. 1.



1 – подающий барабан; 2 – приемный барабан;
3 – материал накопителя; 4 – рулон с листьями

Рис. 1. Технологическая схема формирования накопителя рулонного типа

При транспортировании и кратковременном хранении в рулоне свежеубранный табачный лист подвергается предварительной технологической обработке в виде частичной подсушки и томления. Листья, находящиеся между поверхностями ленты накопителя не слипаются, не травмируются и отдают влагу за счет гигроскопичности материала ленты и пористости самого рулонного накопителя. Происходит контактный массообмен путем перемещения жидкости из тела с большим потенциалом переноса влаги (лист табака) в тело с меньшим потенциалом переноса (материал рулонного накопителя).

При подготовке к сушке листья из рулона разгружаются путем обратной перемотки ленты рулона и подаются на линию полистной расщипки и ориентации.

Теоретически обоснованы параметры процесса накопления листьев табака между поверхностями гибкого материала при сматывании его в рулон. Моделирование процесса накопления листьев между поверхностями гибкого материала при сматывании его в рулон показало, что накопление и фиксация листьев между поверхностями материала осуществляется при условии возникновения сил трения между ними в результате натяжения его ветвей (рис. 2). Сила трения, распределенная в пределах дуги обхвата, зависит от величины натяжения концов материала \bar{T}_1 и \bar{T}_2 , дуги обхвата α и коэффициентов трения между поверхностями материала f_{mat} и между материалом и листом $f_{маб}$.

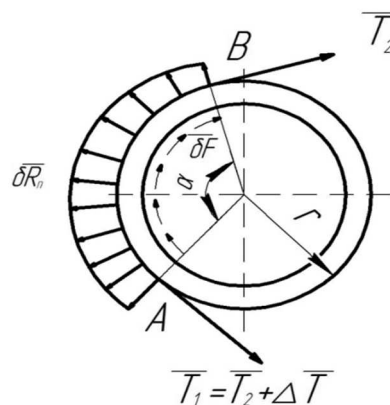


Рис. 2. Схема взаимодействия гибкого материала с табачным листом

Разность сил натяжений \bar{T}_1 и \bar{T}_2 зависит от величины сил трения, действующих со стороны материала на табачный лист, находящийся между поверхностями материала в пределах дуги обхвата α . Для установления связи между силами \bar{T}_1 и \bar{T}_2 выделим малую дугу материала, приложив к ее концам силы натяжения \bar{T}_2 и $\bar{T}_1 = \bar{T}_2 + \Delta\bar{T}$, каждая из которых направлена по касательной к барабану в соответствующей точке. На участке АВ сила натяжения не постоянна и изменяется от значения \bar{T}_1 у точки А до значения \bar{T}_2 в точке В. Прижатие гибкого материала будет больше у точки А. Со стороны барабана на выделенный элемент материии действует нормальное распределенное давление, имеющее равнодействующую $\delta\bar{R}_n$, и распределенная сила трения $\delta\bar{F}$, направленная против скорости скольжения и по закону трения скольжения $\delta\bar{F} = f\delta\bar{R}_n$.

Составим уравнение равномерного скольжения гибкого материала по дуге обхвата для элемента гибкой связи длиной dl , соответствующего элементарному углу обхвата $d\alpha$ в направлении оси Y (рис. 3).

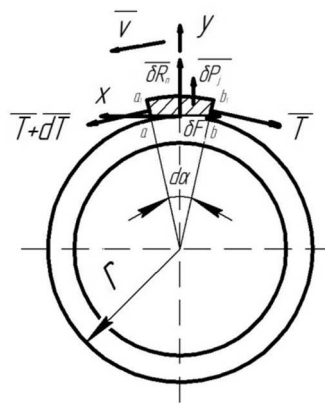


Рис. 3. Схема элемента гибкого воздухопроницаемого материала

В сечениях aa и bb действуют натяжения \bar{T} и $\bar{T} + dT$, элементарная сила трения $\delta\bar{F}$ и нормальная реакция $\delta\bar{R}_n$.

Из условия равновесия суммы сил на ось $\sum Y = 0$ получим

$$-(\bar{T} + dT) \sin \frac{d\alpha}{2} - \bar{T} \sin \frac{d\alpha}{2} + \delta\bar{P}_j + \delta\bar{R}_n = 0 \quad (1)$$

Заменив $\sin \frac{d\alpha}{2}$ на $\frac{d\alpha}{2}$ и пренебрегая малой величиной $\frac{dT d\alpha}{2}$, получим

$$\delta \bar{R}_n = \bar{T} d\alpha - \delta \bar{P}_j \quad (2)$$

Дифференциальная зависимость указывает, что прижатие $\delta \bar{R}_n$ материала к искривленной поверхности обусловлена натяжением \bar{T} и кривизной поверхности (угол- $d\alpha$), причем центробежная сила \bar{P}_j уменьшает это прижатие.

Преобразовав, получим

$$\delta \bar{R}_n = \left(\bar{T} - \frac{\bar{P}_{mat} \bar{V}_{mat}^2}{g} \right) d\alpha \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что прижатие отсутствует в двух случаях:

если $d\alpha = 0$; и если $\bar{T} - \frac{\bar{P}_{mat} \bar{V}_{mat}^2}{g} = 0$

$$\bar{T} = \frac{\bar{P}_{mat} \bar{V}_{mat}^2}{g} \quad (4)$$

где \bar{T} – натяжение от центробежных сил, Н.

Из уравнения (4) определена скорость перемещения материала

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{g \bar{T}}{P_{mat}}} \quad (5)$$

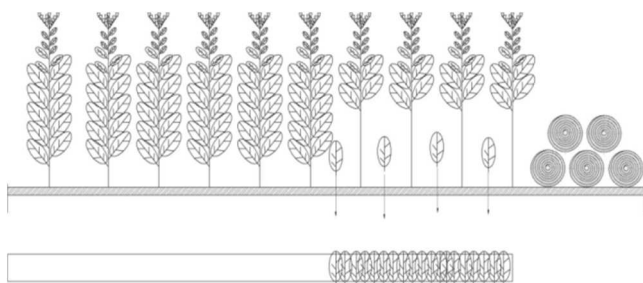
где $V_{кр}$ – критическая скорость перемещения материала, м/с.

В результате теоретических исследований процесса накопления листьев между поверхностями гибкого материала получены уравнения для расчета критической скорости и нормально распределенного давления на них.

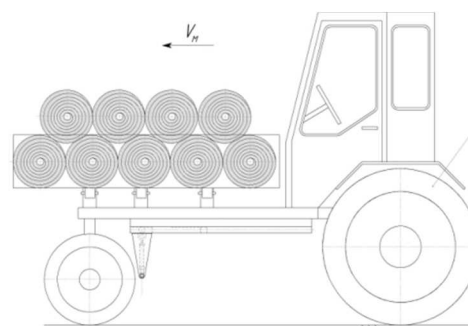
Обоснованы технологические приемы формирования накопителя рулонного типа при усовершенствованном процессе ручной уборки:

- листья необходимо убирать вручную в технически зрелом состоянии по ломкам, укладку убранных листьев производить на развернутую поверхность гибкого воздухопроницаемого материала в ориентированном состоянии, черешками в одну сторону поперек матери-

- ала, черешок к черешку, чтобы одна пластинка листа частично перекрывала другую, образуя равномерный по толщине слой;
- проводить формирование слоя листьев между поверхностями гибкого воздухопроницаемого материала за счет сматывания его в рулон. Ширина материала не должна превышать длину табачного листа, для сохранения равномерной влажности пластинки листа в материале и подвяливания черешков, контактирующих с воздухом (рис. 4, 5);
 - рулонные накопители должны транспортироваться к месту переработки транспортными средствами.



ручная уборка и укладка листьев на ленту накопителя



транспортирование листьев в накопителе рулонного типа

Рис. 4. Технологическая схема ручной уборки, укладки листьев табака на ленту накопителя рулонного типа и их транспортирования

Проведены технологические исследования по временному хранению листьев в накопителе рулонного типа при его перевозке и подготовке к сушке. Установлено, что срок хранения листьев в нем без вентиляции ограничен 2,5 сутками, свыше которых начинается запарка (уровень тепловой денатурации $t = 35-40^{\circ}\text{C}$). График распределения температур в точках, зависящих от радиуса рулона R , представлен на рис. 5.

Установлено, что плотность рулона должна быть не более 250кг/м^3 и исходная влажность листьев – не более 88 %. При соблюдении указанных условий обеспечиваются качественные показатели табачного сырья, что подтверждено исследованиями:

- товарное качество по ГОСТ 8073-77: 1 сорт – 72,4 %, 2 сорт – 15,8 %, 3 сорт – 11,8 %;
- химический состав: никотин – 0,9 мг/сиг.; углеводы – 13,1 %; белки – 5,0 %, число Шмука – 2,6.

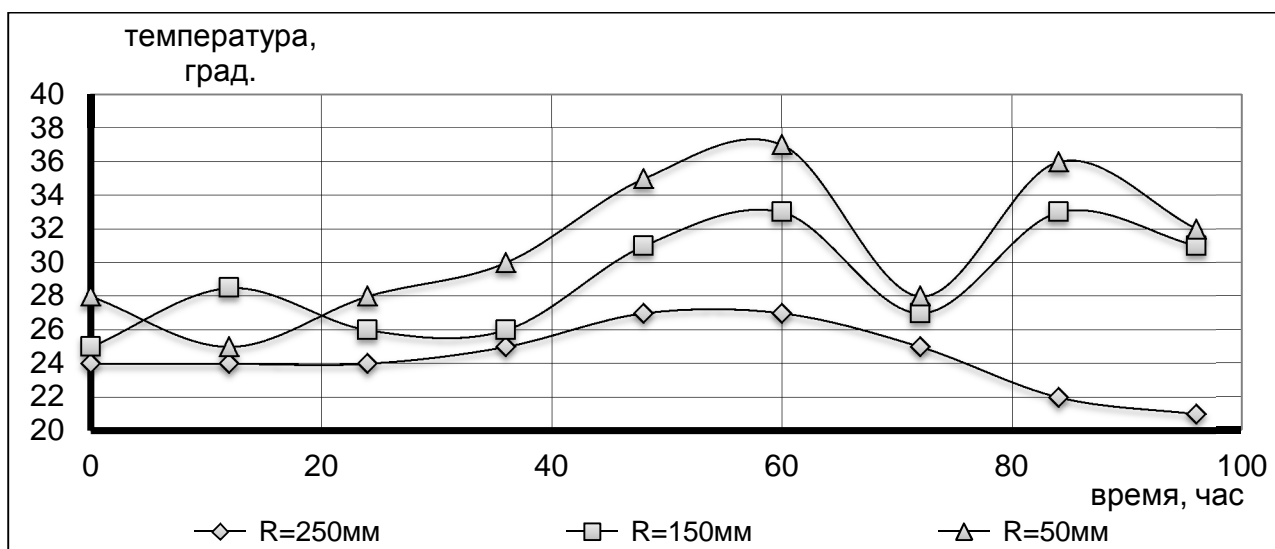


Рис. 5. Динамика распределения температур в накопителе рулонного типа в зависимости от его радиуса

Высокое углеводно-белковое соотношение – 2,6 (число Шмука) доказывает положительное влияние кратковременного хранения листьев в рулонном контейнере – накопителе, где осуществляется процесс томления при небольшом кислородном голодании листьев в благоприятных тепло-влажностных условиях.

Преимуществом предлагаемого процесса накопления и транспортирования листьев в накопителе рулонного типа является то, что лист, находящийся в рулоне, при транспортировании и кратковременном хранении, томится в созданных тепло-влажностных условиях внутри его, то есть подвергается предварительной технологической обработке, при которой при недостатке кислорода происходят определенные химические процессы в листьях, лист выжелчивается и теряет влагу. Потеря влаги снижает влагосодержание листьев, что сокращает время сушки, затрачиваемое на последующих стадиях их послеуборочной обработки.

Сниженный тургор черешков при использовании ленты накопителя в размер длины листа способствует их лучшему прокалыванию иглой табакопришивной машины, они менее хрупкие, следовательно, более качественно закрепляются на шнуре и исключают выпадение листьев.

Результаты экспериментальной проверки использования накопителя рулонного типа при ручной уборке показали, что способ предусматривающий формирование слоя листьев между поверхностями гибкого воздухопроницаемого гигроскопичного материала за счет сматывания его в рулон, позволяет снизить затраты труда до 8 % в сравнении с существующей технологией.

Таблица 1

Результаты экспериментальной проверки способа укладки листьев табака в накопителе рулонного типа (2012-2014 гг.)

№ п/п	Способы уборки	Затраты труда чел. – ч/кг свежесобранного табака		
		2012 г.	2013 г.	2014 г.
1.	Отделение листьев с одновременной укладкой на ленту рулона	0,039	0,037	0,032
2.	Отделение листьев с выносом их в междурядье с укладкой в мягкую тару (контроль)	0,04		

Способ укладки листьев в накопителе рулонного типа с упорядоченной и ориентированной их укладкой при ручной уборке подходит для фермерских хозяйств и в большей мере способствует снижению трудозатрат при подготовке к сушке, механизации процесса разгрузки и закрепления на сушильные элементы (шнуры, кассеты, иглы). В сравнении с существующей технологией ручной уборки трудозатраты снижаются в 2,6 раза [3].

Список использованных источников

1. Саломатин В.А., Винецкий Е.И. Инновационные машинные технологии в производстве табака // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 4. С. 7-9.
2. Пат. 2264073/РФ. Способ накопления и транспортирования листьев табака. Е.И. Винецкий, Н.Н. Винецкая и др. опубл. 20.11.05. Бюл. № 32.
3. Винецкий Е.И., Винецкая Н.Н. Оптимизация параметров технологии транспортирования листьев табака в накопителе рулонного типа // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 1. С. 102-106.