

# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УКЛАДКИ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА В НАКОПИТЕЛИ

Ульянченко Е.Е.\*; Букаткин Р.Н., канд. техн. наук \*\*

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

\*\* Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков (Краснодарское ВВАУЛ), г. Краснодар

**Аннотация.** Устройство предназначено для укладки листьев в контейнер, входит в состав линии подготовки табака к искусственной сушке, применяется в сельском хозяйстве. Проведены теоретические исследования и выведена зависимость радиуса кривошипа от заполняемой ширины контейнера, определены отношения скоростей механизма укладчика.

Во ВНИИ табака, махорки и табачных изделий разработана «Технологическая линия подготовки табака к сушке» (патент на полезную модель РФ № 71513). Технологическая линия предусматривает два варианта конечной подготовки листьев к сушке:

– с закреплением листьев на шнур табакопришивной машиной, для естественной сушки табака;

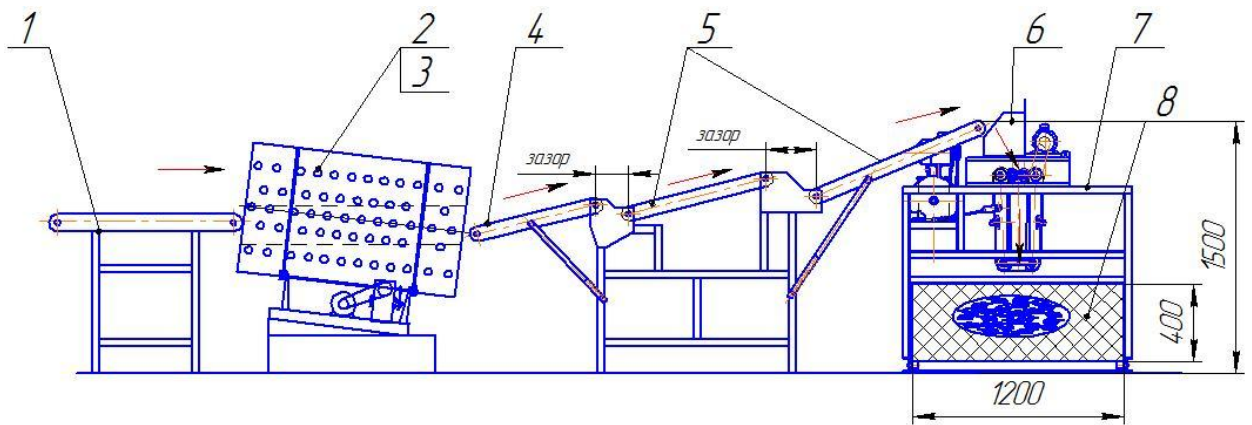
– с закреплением листьев на игольчатые кассеты, для сушки в массе в искусственных условиях.

Однако перспективным направлением сушки табака в мировой практике является сушка табака в массе в установках с искусственным подогревом воздуха в установках типа Балк-Кюринг, в сетчатых контейнерах, в неориентированно уложенном состоянии.

Целью исследований является усовершенствование технологической линии подготовки табака к сушке путем внедрения дополнительного рабочего органа для укладки листьев в контейнер и теоретическое исследование механизма укладчика.

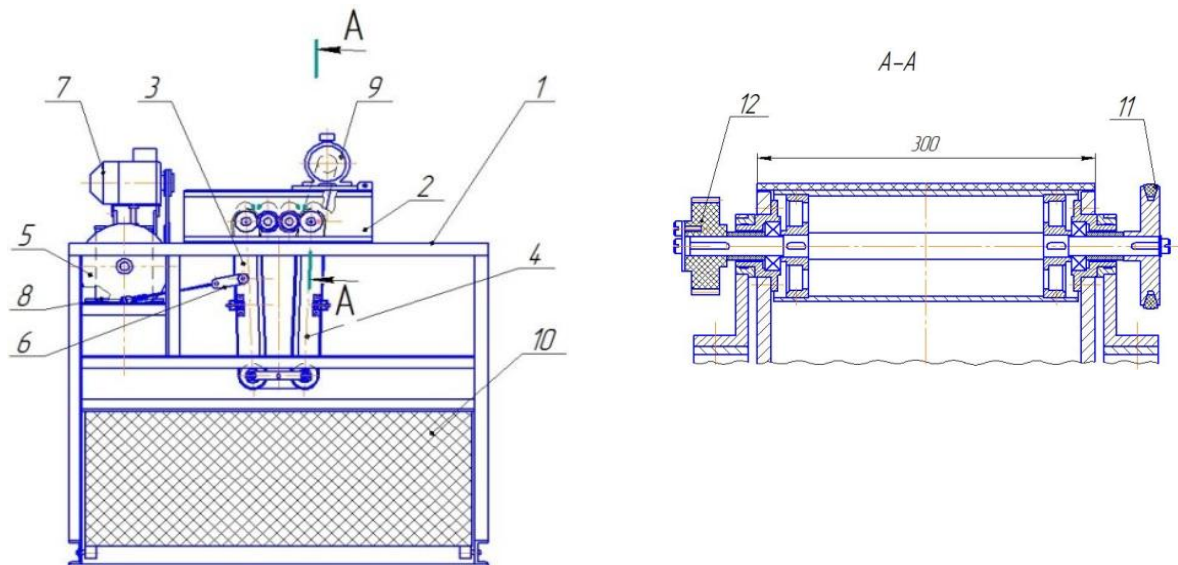
Учеными института разработана принципиальная технологическая схема линии с рабочим органом для укладки листьев в контейнер (рис. 1). Устройство для укладки листьев в контейнер (рис. 2) должно подходить под размерно-технологические параметры линии (табл. 1), высота загрузки должна быть не менее 1500 мм, ширина транспортеров укладчика 300 мм, а заполняемый на устройстве контейнер должен быть унифицирован для сушки в установках Балк-Кюринг.

Производительность устройства для укладки листьев в контейнер должна соответствовать производительности линии.



1 – подающий транспортер, 2, 3 – барабан расщипки и очистки от примесей, 4 – выносной транспортер, 5 – растягивающие транспортеры, 6 – загрузочная шахта, 7 – устройство для укладки листьев табака в контейнер, 8 – контейнер

Рис. 1. Технологическая линия подготовки листьев табака к сушке с устройством для укладки их в контейнер



1 – рама, 2 – рама привода, 3, 4 – транспортеры, 5, 6 – кривошипно-шатунный механизм, 7 – электродвигатель, 8 – редуктор, 9 – электродвигатель, 10 – контейнер

Рис. 2. Устройство для укладки листьев в контейнер (укладчик)

Укладка листьев в контейнер производится транспортерами укладчика посредством кривошипно-шатунного механизма (рис. 3), осуществляющего колебательное движение транспортеров. Перемещение листьев между транспортерами обеспечивается синхронным движением их лент с определенной скоростью.

## Технологические параметры линии подготовки табака к сушке

Наименование показателей	Значения
Производительность линии, кг/ч	360
Скорость подачи табачной массы, кг/мин	6
Расход электроэнергии линией, кВт·ч	1,5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1
Барабан расщипки:	
– диаметр, мм	1200
– длина, мм	2400
– количество лопастей, шт.	6
– число оборотов, мин <sup>-1</sup>	17
Скорость вращения барабана, мин <sup>-1</sup>	20
Рабочие скорости транспортеров, м/с:	
– 1-й транспортер	0,98
– 2-й транспортер	1,94
– 3-й транспортер	3,88
Ширина транспортеров, мм	300

- Задачей исследований является определение зависимости:
- конструктивных параметров кривошипно-шатунного механизма от ширины заполняемого контейнера, то есть пределов крайних положений хода транспортеров;
  - обеспечение равномерного распределения листьев по ширине контейнера.

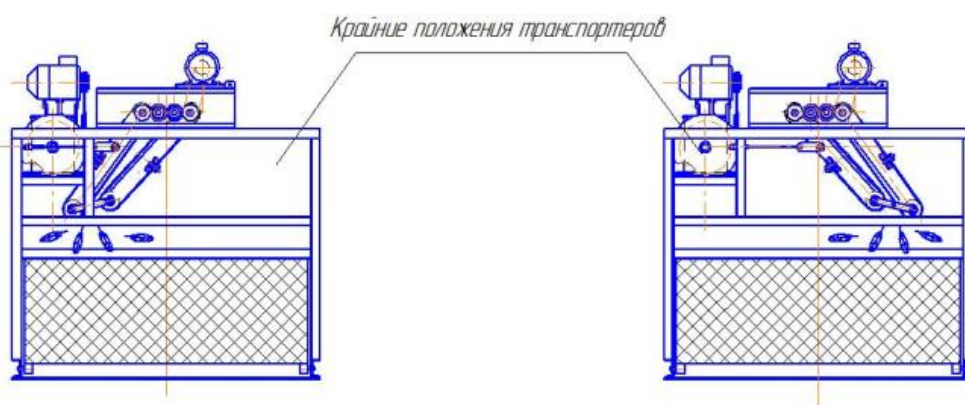


Рис. 3. Схема перемещения транспортеров устройства

Заполняемый на устройстве контейнер должен быть унифицирован для сушки в установках Балк-Кьюринг. Параметрический ряд контейнеров для сушки в таких установках достаточно широк. Для отечественных установок типа УСП-10, 801-ТУ, СТМ-60, УС-8, ширина проемов для установки сушильных ёмкостей (контейнеров или кассет) составляет 1400–1600 мм. Для зарубежных установок, например, фирмы Пауэлл – 1500 мм, фирмы De Cloet, ширина емкости для сушки равна ширине камеры и составляет 2900 мм.

Это явилось предпосылкой для проведения исследований, направленных на унификацию рабочего органа для укладки листьев табака в контейнеры различных типоразмеров, путем выведения зависимости радиуса кривошипа от ширины загрузочной ёмкости контейнера.

Проведены теоретические исследования и выведена зависимость радиуса кривошипа, привода транспортеров укладчика, от ширины загрузочной емкости контейнера.

Для исключения потерь при загрузке листьев табака в контейнер (рис. 4) амплитуда  $A_{тр}$  колебаний конца транспортера укладчика (точки  $C$ ) должна быть не больше ширины контейнера  $B_{конт}$ :

$$A_{тр} \leq B_{конт}.$$

Определим амплитуду  $A_{тр}$  колебаний конца транспортера укладчика, исходя из радиуса кривошипа кривошипно-шатунного механизма, приводящего транспортеры укладчика в колебательные движения.

Обозначим  $R_{кр} = O_1A$  – радиус кривошипа, м.

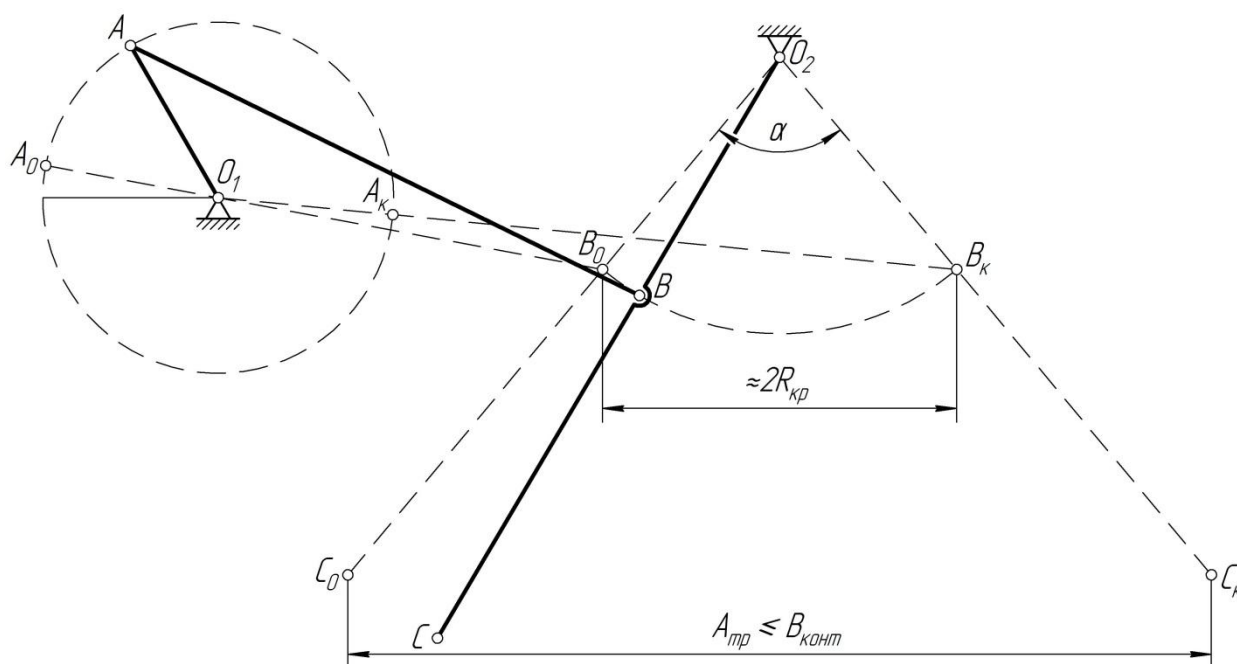


Рис. 4. Схема к обоснованию параметров кривошипно-шатунного механизма колебательного движения транспортера

Треугольник  $B_0O_2B_k$  подобен треугольнику  $C_0O_2C_k$ , так как угол  $\alpha$  является общим (рис. 4). Исходя из подобия треугольников, составим пропорцию:

$$\frac{2R_{кр}}{B_{конт}} = \frac{O_2B_0}{O_2C_0}.$$

Отсюда определим радиус кривошипа  $R_{кр}$  в зависимости от ширины контейнера для сушки табака:

$$R_{кр} = \frac{O_2B_0}{2 \cdot O_2C_0} \cdot B_{конт}.$$

Используя полученную формулу, можно подобрать радиус кривошипа для заполнения контейнера определенной ширины.

Таким образом, кривошипно-шатунный механизм устройства для укладки листьев в контейнер можно настроить под определенные размерные параметры контейнеров для сушки табака, используемые в различных установках типа Балк-Кюринг.

Основными факторами, влияющими на равномерность плотности раскладки листьев в контейнере, при условии равномерной подачи их на укладчик, являются следующие кинематические параметры: число двойных ходов и скорость движения лент транспортеров.

Скорость падения листьев на выходе из конусно сужающегося устья транспортеров в различных фазах их колебания отличается.

При смене направления хода укладчика, то есть в его крайних положениях ( $O_2C_0$  и  $O_2C_k$ ), скорость его равна 0 (рис. 5). В этих положениях укладчика, подающиеся табачные листья теряют скорость своего движения за счет увеличения времени контакта с направляющими  $O_2C$  и  $O_3E$ , которые тормозят листья из-за трения. Поэтому происходит неравномерность наполнения контейнера, и края контейнера наполняются плохо.

Чтобы обеспечить равномерность распределения листьев в контейнере, необходимо придать листьям дополнительную скорость. Для этого на направляющие укладчика устанавливаются транспортерные ленты, которые приводятся в синхронное вращение с определенной скоростью.

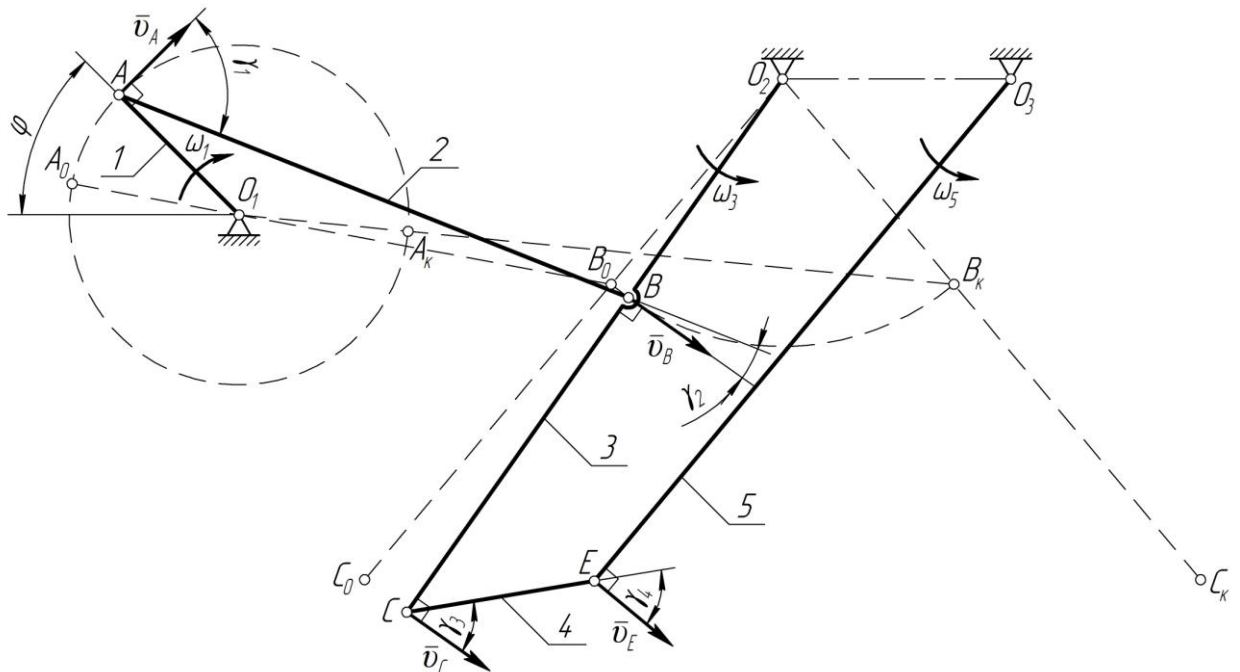


Рис. 5. Кинематическая схема механизма укладчика с кривошипно-шатунным приводом

Число двойных ходов транспортеров укладчика (звенья 3 и 5) взаимосвязаны с кинематическими характеристиками механизмов кривошипно-шатунного привода и укладчика.

Скорость  $v_A$  точки  $A$  кривошипно-шатунного механизма будет равна

$$v_A = \omega_1 \cdot R_{кр} = \frac{\pi n_1}{30} \cdot R_{кр} = 0,105 \cdot n_1 \cdot R_{кр},$$

где  $\omega_1$  – угловая скорость кривошипа, рад/с;

$n_1$  – число оборотов в минуту кривошипа, об/мин.

Зная скорость точки  $A$  кривошипа (рис. 5), определим скорость точки  $B$  крепления шатуна к транспортерам. Применяя теорему о проекции скоростей точек плоской фигуры на ось (прямая  $AB$ ), проходящую через эти точки, получим:

$$v_A \cdot \cos \gamma_1 = v_B \cdot \cos \gamma_2 \Rightarrow v_B = v_A \cdot \frac{\cos \gamma_1}{\cos \gamma_2}.$$

Угловая скорость звена 3 определится отношением:

$$\omega_3 = \frac{v_B}{O_2B}.$$

Тогда скорость  $v_C$  точки  $C$  равна

$$v_C = \omega_3 \cdot l_3 \quad \text{или} \quad v_C = v_B \cdot \frac{l_3}{O_2B},$$

где  $l_3$  – длина звена 3, м.

Скорость  $v_E$  точки  $E$  определим по теореме о проекции скоростей точек плоской фигуры на ось (прямая  $CE$ ), проходящую через эти точки:

$$v_C \cdot \cos \gamma_3 = v_E \cdot \cos \gamma_4 \Rightarrow v_E = v_C \cdot \frac{\cos \gamma_3}{\cos \gamma_4}.$$

Угловая скорость звена 5 определится отношением:

$$\omega_5 = \frac{v_E}{l_5},$$

где  $l_5$  – длина звена 5, м.

Кинематические показатели механизма укладчика зависят от угла поворота  $\varphi$  кривошипа. Горизонтальные проекции скорости и ускорения для точки  $A$  кривошипа, рассчитанные для фактических параметров кривошипно-шатунного механизма устройства, представлены на рис. 6.

В соответствии со вторым законом Ньютона, сила воздействия движущихся механизмов укладчика на лист прямо пропорциональна его ускорению  $\bar{F} = m\bar{a}$ . Лист при выходе из устья транспортеров в различных фазах их колебания имеет определенное ускорение. Усилие воздействия механизмов укладчика прямо пропорционально ускорению, с которым вылетает лист.

Движение листа с ускорением, которое придают ему движущиеся ленты транспортеров, особенно в крайних его положениях, позволит выровнять неравномерность распределения листьев по ширине контейнера.

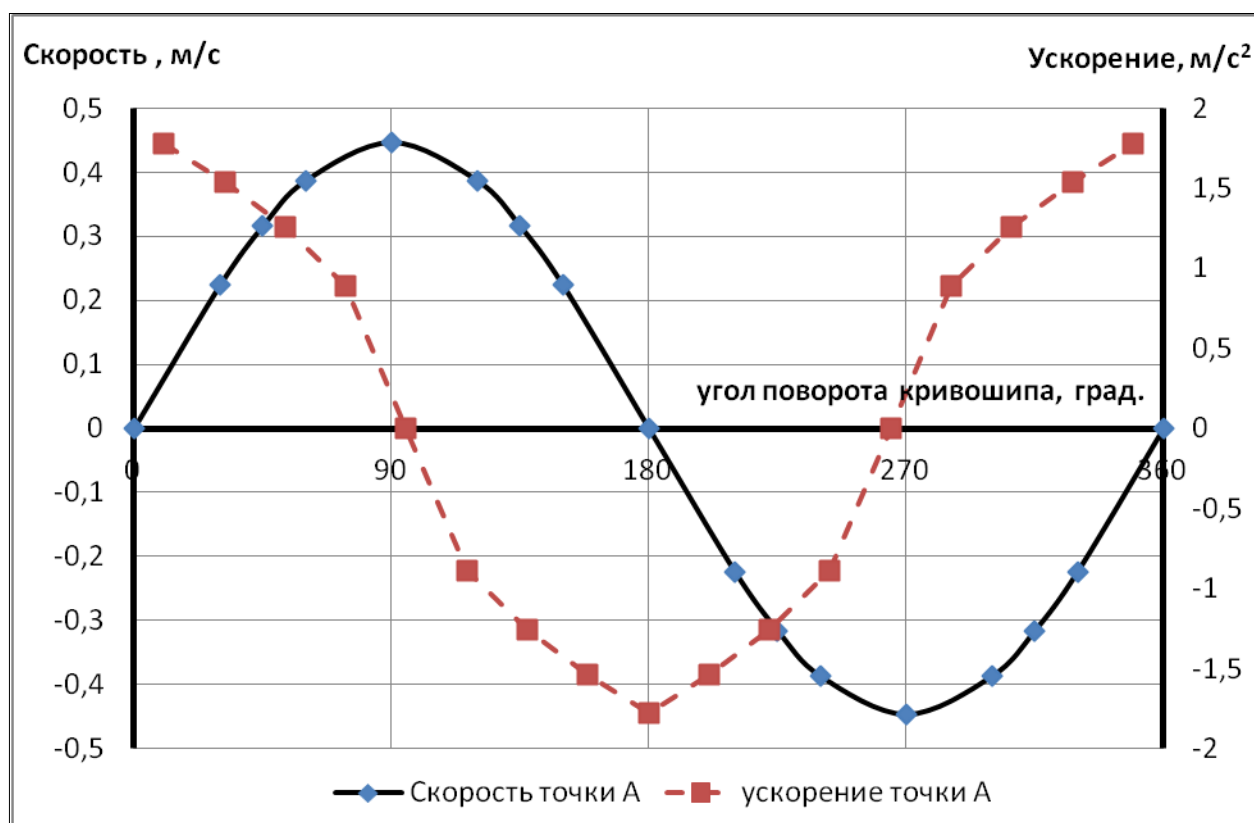


Рис. 6. Графики влияния угла поворота кривошипа на величину проекций скорости и ускорения точки А

Для определения зависимости кинематических параметров механизма укладчика от угла поворота  $\varphi$  кривошипа (рис. 5) необходимо провести дальнейшие теоретические исследования на примере фактических размерно-технологических параметров опытного образца устройства для укладки листьев в контейнер, с определением скоростей и ускорений в нижних точках транспортеров укладчика, то есть при выходе листьев из них.

## Литература

1. Виневский, Е.И. Трибологические исследования взаимодействия листьев табака с рабочими органами машин [Электронный ресурс] / Е.И. Виневский, Е.И. Трубилин, Н.Н. Виневская, 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>
2. Патент на полезную модель № 71513. Технологическая линия подготовки табака к сушке/ Е.И. Виневский, Н.Н. Виневская, А.В. Огняник, И.Б. Поярков [и др.]. – Опубл. 20.03.2008, Бюл. № 8.
3. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – 20-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2010. – 416 с.
4. Ульяновченко, Е.Е. Технологическое оборудование и средства механизации для уборки и послеуборочной обработки табака фирмы «De cloet» [Элек-

тронный ресурс] / Е.Е. Ульянченко // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: матер. междунар. науч.-практ. конф. (06–26 апреля 2015 г., г. Краснодар). – С. 280–283. – URL: [http://vniitti.ru/conf/conf2015/sbornik\\_conf2015.pdf](http://vniitti.ru/conf/conf2015/sbornik_conf2015.pdf)