

Обоснование показателя кинематического режима работы ворошилки лент льна

*М.А. Новиков, д.т.н., ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ;
С.Б. Павлов, к.т.н., ФГБОУ ВПО Новгородский ГУ*

Ворошение лент льна – необходимая операция при возделывании льна-долгунца. Отрывая ленту льна от льнища и вспушивая её, ворошилка сохраняет качество льносырья в период вылежки, ускоряет сушку льна в лентах и создаёт благо-

приятные условия для работы рулонных пресс-подборщиков.

Качественная работа ворошилки лент льна, а именно коэффициент растянутости ленты льна (доходит до 12%) [1] и степень ворошения (оторванность стеблей льна от льнища), определяется конструктивными и кинематическими параметрами машины.

Траектория движения зуба ворошилки представляет собой циклоиду. Геометрическая форма циклоиды зависит от показателя кинематического режима $\lambda = v_3/v_n$, где v_3 – линейная скорость зуба, м/с; v_n – поступательная скорость машины, м/с. Если $\lambda > 1$, то траектория точки имеет форму удлиненной циклоиды, если $\lambda < 1$, то циклоида будет укороченной, т.е. не будет иметь петли [2–4].

Для определения кинематического показателя λ представим схему расположения двух зубьев и траектории их движения и T_{p2} , смещённые на величину подачи S (рис. 1).

За время $T = \frac{2\pi}{\omega}$ одного оборота колеса с зубьями машина пройдёт путь:

$$S = V_n \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{\lambda}$$

где R – радиус окружности, проведённой по концам зубьев, м.

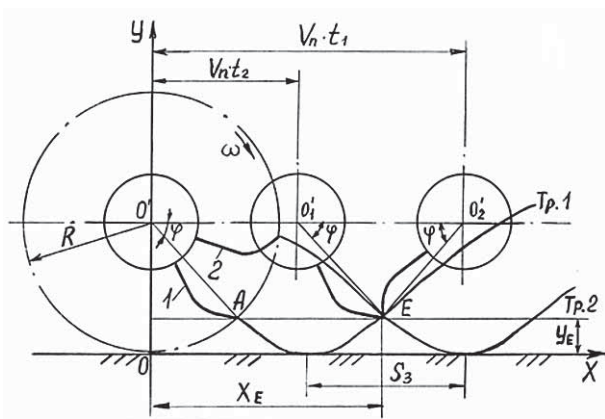


Рис. 1 – Расчётная схема для определения показателя кинематического режима

Линейный шаг зубьев, т.е. расстояние между точками пересечения траекторий смежных зубьев, определяется по формуле:

$$S_3 = \frac{S}{m} = \frac{2\pi R}{\lambda m}, \quad (1)$$

где m – число зубьев на диске.

Рассматривая траектории концов двух последовательно работающих зубьев (рис.1), видим:

$$X_E = V_n \cdot t_1 - R \cos \varphi = V_n \cdot t_1 + R \cos \varphi$$

или

$$V_n (t_1 - t_2) = 2R \cos \varphi. \quad (2)$$

За время t_1 перемещения машины точка А конца зуба 1 повернётся на угол $\omega t_1 = \pi - 2\varphi$, откуда

$$t_1 = \frac{\pi - 2\varphi}{\omega}$$

Так как $V_n \cdot t_2 = S_3 = \frac{2\pi R}{\lambda m}$, то $t_2 = \frac{2\pi}{m\omega}$.

Подставив значения t_1 и t_2 в уравнение (2) и решая его относительно λ , получим:

$$\lambda = \frac{\pi(1 - 2/m) - 2\varphi}{2 \cos \varphi}. \quad (3)$$

Значение угла φ определяем по рисунку 1:

$$\varphi = \arcsin \left(1 - \frac{Y_E}{R} \right).$$

Тогда выражение (3) примет вид:

$$\lambda = \frac{\pi(1 - 2/m) - 2 \arcsin \left(1 - \frac{Y_E}{R} \right)}{\frac{2}{R} \sqrt{Y_E(2RE - Y_E)}}. \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что показатель кинематического режима зависит от параметров ворошилки (R и m), а также является функцией величины (высоты пересечения траекторий двух последовательно работающих зубьев).

Радиус окружности R устанавливается по результатам теоретических и экспериментальных исследований.

$$R = h_{max} + S_1 + d_1,$$

где h_{max} – максимальная высота ленты льна, м;

S_1 – фактическое расстояние перемещения стеблей льна по зубьям, м;

d_1 – расстояние от центра вращения до съёмной решётки, м.

По уравнению (4) построена номограмма (рис. 2). При известных параметрах ворошилки (λ , R и m) можно определить высоту пересечения траекторий двух соседних зубьев (решение 1), а по допустимой величине можно определить показатель кинематического режима работы ворошилки (решение 2).

Для обеспечения ворошения всех стеблей в ленте (отрыва их от почвы) необходимо, чтобы траектории двух соседних зубьев пересекались как можно ближе к почве. При работе ворошилки вероятность того, что часть стеблей останется не

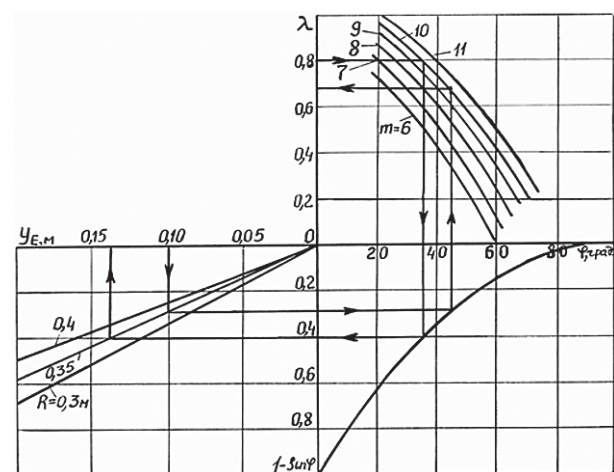


Рис. 2 – Номограмма определения показателя кинематического режима работы ворошилки λ

оторванной от почвы, возникает на лентах, просших травой, где плотность травостоя составляет более $0,2 \text{ кг/м}^2$ [5], т.е. когда сила связи стеблей льна друг с другом в ленте меньше силы отрыва стеблей льна от льнища.

На основании экспериментальных исследований при плотности травостоя $0,2 \text{ кг/м}^2$ и более точка пересечения траекторий двух соседних зубьев должна располагаться от почвы на расстоянии, не превышающем расположение верхней границы ленты льна:

$$Y_E \leq h_{max} = b + \Delta, \text{ м};$$

где b – толщина слоя, м;

Δ – расстояние от почвы до нижнего слоя ленты, м.

С другой стороны, показатель кинематического режима ограничивается коэффициентом растянутости лент льна, с увеличением которого снижается качество льносырья в период вылежки

в тресту и ухудшаются условия сушки стеблей льна перед подбором.

На основании теоретических и экспериментальных исследований [5] установлен оптимальный показатель кинематического режима работы ворошилки, который составляет $0,80 - 0,90$.

Литература

1. Клёнин Н.И., Киселёв С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2008. 816 с.
2. Новиков М.А. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчёты в примерах и задачах: учебное пособие / М.А. Новиков, В.А. Смелик, И.З. Теплинский, Л.И. Ерошенко, А.С. Феофанова, В.А. Ружьев; под. ред. М.А. Новикова. СПб.: Проспект Науки, 2011. 207 с.
3. Адиньяев М.Д., Бердышев В.Е., Бумбар И.В. и др. Сельскохозяйственные машины: практикум / под ред. А. П. Тарасенко. М., 2000. 220 с.
4. Лурье А.Б. Сельскохозяйственные машины (машины для обработки почвы, посева, посадки, внесения удобрений и химической защиты растений) / А.Б. Лурье, В.Г. Еникеев, И.З. Теплинский, В.А. Смелик. СПб.: изд-во СПбГАУ, 1998. 368 с.
5. Павлов С.Б. Обоснование технологического процесса и параметров рабочих органов для ворошения льна: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Рязань, 1993. 20 с.