

УДК 631.358

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАСТИЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА И МОЩНОСТИ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СТЕБЛЕЙ



В.Г. ЧЕРНИКОВ,
член-корреспондент РАН

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства, e-mail: vniiml@mail.ru,
г. Тверь, Российская Федерация

Расстил стеблей льна-долгунца в ленту – одна из важнейших технологических операций, оказывающая большое влияние на качество и количество волокна. Применяемый в настоящее время в серийных льнокомбайнах расстилочный щит пассивного типа, по которому лента стеблей движется свободно (под собственным весом), имеет целый ряд недостатков. Например, при скорости ветра 5 м/с значительно снижается качество разостланной ленты. Изменение угла наклона расстилочного щита к горизонту возможно только в очень узком диапазоне, и в случае выхода за его пределы технологический процесс расстила нарушается. Проанализировали конструкции расстилочных устройств, а также способы расстила стеблей в ленту. Установили, что на льноуборочных комбайнах и подборщиках-очесывателях целесообразно применение расстилочного устройств активного типа. Они принудительно перемещают стебли льна на всей длине ручья до самой зоны расстила, исключают их перекося в ленте, сгущивание и обеспечивают надежность и качество выполнения технологического процесса расстила ленты. Однако применение расстилочных устройств активного типа для расстила стеблей в ленту мало изучено. Для получения качественной тресты (волокна) были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке конструктивно-технологической схемы расстилочного устройства, математической модели движения стеблей по столу расстилочного устройства. Обосновали конструктивно-технологические параметры и разработали новую конструкцию активного расстилочного устройства. Внедрили его на серийных льноуборочных комбайнах. Предложили методику расчета рациональных параметров. Определили необходимую мощность для перемещения стеблей.

Ключевые слова: лен, расстилочное устройство, треста, льняное волокно.

Работы по исследованию расстилочных устройств рассматривали прежде всего конструкции пассивного типа [1, 2].

К основным параметрам расстилочного щита относятся [3]:

- угол γ наклона его к горизонту в продольной вертикальной плоскости, град.;

- ширина L в зоне подачи стеблей от зажимного транспортера, м;

- ширина H в зоне схода стеблей с его поверхности, м;

- радиус закругления $R_{щ}$, м.

Цель исследования – обоснование основных параметров расстилочного устройства и определение

мощности на перемещение стеблей.

Материалы и методы. Задача поиска рациональных параметров конструкции и показателей качества расстила стеблей льна в ленту относится к классу теоретических задач либо определяется экспериментально.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим рабочий процесс расстилочного устройства. На *рисунке 1* представлена схема щита расстилочного устройства в пространственной системе координат YZ , на которой показаны BD – ширина щита в зоне подачи стеблей от зажимного транспортера L ; средняя линия ZZ стебельной ленты при ее движении; BC – фрагмент окружности полевого щита радиусом $R_{щ}$; CD – длина нижней линии щита в зоне схода стеблей с его поверхности H ; AD_1 – часть ширины щита, необходимая для поворота комлевой части ленты α .

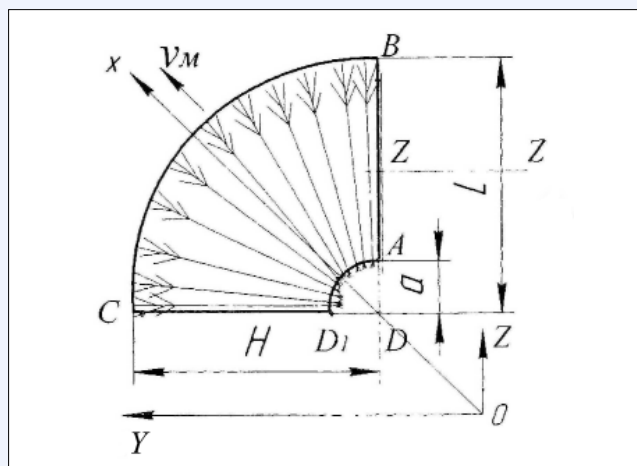


Рис. 1. Схема к определению основных параметров щита расстилочного устройства

Средняя линия ZZ стебельной ленты при ее движении, очевидно, должна оказаться посередине ширины щита AB на входе подачи стеблей.

Значит $\frac{L-a}{2} = \frac{L_{сл}}{2}$, где $L_{сл}$ – ширина ленты, $a \approx AD$.

Отсюда следует, что $L = H = L_{сл} + a$.

В результате хозяйственных испытаний льнокомбайнов и проверке их работы на МИС рекомендовано брать $a \approx 0,15-0,20$ м.

Так как в расстилочных устройствах активного типа лента при движении комбайна зажата между прутками и расстилочным щитом и перемещается по щиту зубьями бесконечного плоского ремня, то колебания, вызванные перемещением комбайна, не окажут существенного влияния на смещение ленты относительно середины. H – ширина ленты в зоне схода стеблей с его поверхности. Поэтому можно считать, что сохраняется условие:

$$L = H = L_{сл} + a. \quad (1)$$

Радиус закругления щита $R_{щ}$ в зоне BC выбираем с учетом того, что стебли в ленте при повороте движутся комлевой частью по кривой AD_1 . При этом условии радиус закругления приближенно окажется равным L . Тогда:

$$R_{щ} \approx a + L_{сл}. \quad (2)$$

Угол наклона γ щита к горизонту в продольной вертикальной плоскости выбирается из условий скольжения стеблей вниз по нему с дальнейшим расстилом на льнище (*рис. 2*).

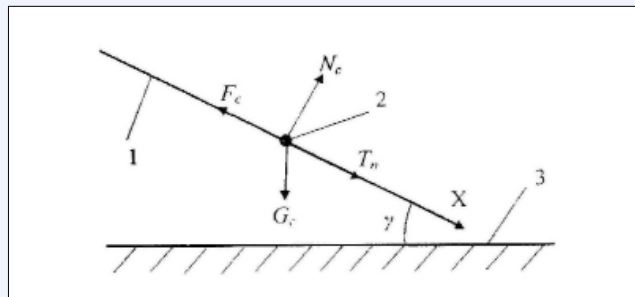


Рис. 2. Схема к определению угла наклона расстилочного щита: 1 – расстилочный щит; 2 – стебель льна; 3 – льнище

Максимальная сила трения F_{max} при движении по щиту равна Nf .

Коэффициент $f = \tan \phi$, где ϕ – угол трения скольжения. Отсюда следует, что:

$$F_{max} = G \cdot \cos \gamma \cdot f = m_c g \cdot \cos \gamma \cdot \tan \phi, \quad (3)$$

где m_c – масса одного стебля, кг.

Для того чтобы стебли перемещались по щиту, должно соблюдаться условие:

$$T \geq F_{max}, \quad (4)$$

где T – суммарная сила, под действием которой стебли перемещаются по расстилочному щиту, H .

В свою очередь, сила $T = T_n + G \sin \gamma$,

где T_n – сила перемещения стеблей льна по щиту транспортером, H .

Угол наклона γ щита к горизонту в продольной вертикальной плоскости определяется из выражения (3):

$$\cos \gamma = \frac{F_{max}}{f \cdot m_c g},$$

откуда:

$$\gamma = \arccos \frac{F_{max}}{f \cdot m_c g}. \quad (5)$$

Чтобы стебли льна скользили вниз по щиту и расстились на льнище, должно соблюдаться условие:

$$\gamma \geq \phi.$$

При захвате стеблей пальцы движущегося плоского ремня должны войти в ленту стеблей, поступающую из зажимного транспортера уплотненной с толщиной от 5 до 10 мм. Для перемещения и расстила ленты без затаскивания стеблей под щит устройства пальцы транспортера должны прони-

зывать ленту, но высота пальцев не должна превышать максимального значения толщины h_n ленты, то есть должно выполняться условие:

$$h \leq h_n, \quad (6)$$

где h – высота пальцев, м.

Так как толщина ленты льна определяется из выражения:

$$h_n = \frac{\pi \cdot i_n \cdot R^2}{\lambda_o},$$

то, подставляя значение h_n в выражение (6), определим высоту пальцев ремня расстилочного транспортера:

$$h \leq \frac{\pi \cdot i_n \cdot R^2}{\lambda_o},$$

где λ_o – коэффициент заполнения, равный 0,15-0,2; i_n – число стеблей на единице длины ленты; R – радиус стебля.

Согласно условиям эксперимента, высота пальцев ремня транспортера должна находиться в пределах $h \leq 10$ мм.

Число пальцев на ремне расстилочного транспортера и расстояние между ними (шаг пальцев) определяются по усилию P сопротивления ленты ее перемещению по щиту.

Число пальцев на ремне находим из неравенства:

$$N_n T_n \leq P, \quad (7)$$

где N_n – число пальцев на ремне, шт.

Из выражения (7) определим: $N_n \leq \frac{P}{T_n}.$

Зная длину ремня расстилочного транспортера L_{mp} и число пальцев N_n на ремне, можно определить шаг t_n пальцев, м:

$$t_n \leq \frac{L_{mp}}{N_n}.$$

Расчеты показали, что рациональное значение шага пальцев находится в пределах $t_n = 0,025-0,030$ м.

Мощность, необходимую для преодоления сил сопротивления движению ременного транспортера при перемещении стеблей, можно определить из выражения [4]:

$$N = \frac{P \cdot V_{mp}}{1000}, \text{ кВт},$$

где P – сила сопротивления ленты ее перемещению по расстилочному щиту, Н.

Сила P зависит от количества стеблей, перемещаемых по столу в единицу времени. Значит, мощность будет зависеть от величины подачи стеблей

в единицу времени из зажимного транспортера на расстилочный щит.

Если обозначить через S подачу стеблей в единицу времени, то:

$$P = S \cdot q.$$

где q – вес одного стебля, Н.

Известно, что в ручье зажимного транспортера льнокомбайна на 1 м ленты находится число стеблей, равное:

$$i_{nz} = B \cdot i_o \cdot J \cdot \frac{V_m}{V_{zm}},$$

где V_{zm} – скорость зажимного транспортера, м/с.

Подача стеблей S в единицу времени определяется следующим образом:

$$S = i_{nz} \cdot V_{zm} = B \cdot i_o \cdot J \cdot \frac{V_m}{V_{zm}} \cdot V_{zm} = B \cdot i_o \cdot J \cdot V_m.$$

Зная подачу стеблей в единицу времени, найдем силу P :

$$P = S \cdot q = B \cdot i_o \cdot J \cdot V_m \cdot q. \quad (8)$$

Таким образом, мощность, необходимую на перемещение по расстилочному устройству, вычислим по формуле:

$$N = \frac{P \cdot V_{mp}}{1000} = \frac{B \cdot i_o \cdot J \cdot V_m \cdot q \cdot V_{mp}}{1000}. \quad (9)$$

Выводы. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили обеспечить надежную работу активного расстилочного устройства, получить качественные ленты с углом отклонения стеблей – 7° и растянутостью не более 1,2 раза, что соответствует агротребованиям.

Установлено, что применение расстилочного устройства активного типа предложенного (патенты на полезную модель РФ №53532 и РФ №60834) обеспечивают увеличение выхода длинного волокна на 0,33%.

В результате проведенных исследований определены рациональные параметры расстилочного устройства: ширина щита в зоне подачи стеблей от зажимного транспортера $L=1,2$ м; ширина щита в зоне схода стеблей с его поверхности $H=1,2$ м; угол наклона расстилочного устройства относительно горизонта $\gamma=-20^\circ$; параметры пальца: высота пальца $h=10$ мм; шаг пальцев $t_n=25-30$ мм, угол наклона пальцев $\alpha \geq 115^\circ$, а также мощность, необходимая для преодоления сопротивления ременного транспортера при перемещении стеблей.

Литература

1. Толстушко М.М., Драган М.С. Анализ руху стебла по розстилальному щиту льнокомбайна // Збірник наукових статей. «Сільськогосподарські машини». Луцький державний технічний університет. Випуск 6. – 2000. – С. 157-162.

2. Хайлис Г.А., Михеева Ю.Г. Определение параметров расстилочного щита и анализ процесса поворота на нем стеблей // Збірник наукових статей. «Сільськогосподарські машини». – Луцк, 1999. – 287-189 с.

3. Черников В.Г., Ростовцев Р.А., Попов Р.А. Исследование процесса транспортирования стеблей

по наклонному столу ленточным транспортером // Интенсификация машинных технологий производства и переработки льнопродукции: Сб. матер. междунар. научн.-практ. конф. Ч.1 – М: ВИМ, 2004. – С. 124-128.

4. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные машины (элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы). Учебное пособие для факультетов механизации сельского хозяйства. – М: Колос, 1970. – 456 с.

References

1. Tolstushko M.M., Dragan M.S. Analiz ruhu stebela po rozstila l'nomu shhitu l'nomu-bajna [Analyses of the path of stems on the surface of spreading out device of flax puller] Zbirnik naukovih statej. «Sil's'kogospodars'ki mashini». Luc'kij derzhav-nij tehničniy universitet. Vypusk 6, 2000. pp. 157-162 (Ukrainian).

2. Hajlis G.A., Miheeva Ju.G. Opredelenie parametrov rasstilochnogo shhita i analiz processa povorota na nem steblej [Study of spreading board parameters and analysis of stems turning on it] Zbirnik naukovih statej. «Sil's'kogospodars'ki mashini». Luck, 1999. pp. 287-189 (Russian).

3. Chernikov V.G., Rostovcev R.A., Popov R.A. Issledovanie processa trans-portirovaniya steblej po naklonnomu stolu lentochnym transporterom [Study of process of stems transportation on slopping board by traveling belt] Intensifikacija mashinnyh tehnologij proizvodstva i pererabotki l'noпродукции. Materialy mezhduнародной nauchn.-prakticheskoy konferencii. Chast' 1. M: VIM, 2004. pp. 124-128 (Russian).

4. Klenin N.I., Sakun V.A. Sel'skhozajstvennye mashiny (jelementy teorii rabochih proces-sov, raschet regulirovochnyh parametrov i rezhimov raboty) [Agricultural mashines] Uchebnoe posobie dlja fakul'tetov mehanizacii sel'skogo hozjajstva. M: Kolos, 1970. 456 pp. (Russian).

RESEARCH OF BASIC PARAMETERS OF SPREADING DEVICE AND POWER TO FLAX STEMS MOVING

Chernikov V.G., corresponding-member of RAS, professor

All-Russian Research Institute for Flax Production Mechanization, vniiml1@mail.ru, Tver, Russian Federation

Spreading of the flax stems in the swath is one of the most important technological operations with significant effects on the quality and quantity of the obtained products (fiber). Currently applied in serial flax pullers spreading out shield of passive type, in which the stems line is moving freely (under its own weight) has a number of drawbacks. A significant reduction in the quality of the swaths take a place at a wind speed of 5 m/s. Angle change of device to the horizon is only possible in a very narrow range. If the angle is more than this limit, so the technological process is troubled. Construction of spreading devices and stems spreading methods were analyzed. It was established that spreading device of active (forced) type was preferred on flax harvesters and balers. They forcibly move flax stems on all length of a stream to the spreading zone, exclude their distortion in a line and the building-up and insure reliability and quality of technological process performance of swath spreading. Using of active type spreading out devices has been insufficient studied as theoretical and experimental goal. However, the spreading devices of active type are underexplored. Researches and developmental works on development of the constructive and technological scheme of the spreading device and also mathematical model of the movement of stems on a table of the spreading device were carried out to receive qualitative retted straw (fibers). Constructive and technological parameters were proved. A new design of the active spreading device was developed. It was introduced on serial the flax harvesters. A method of calculation of rational parameters was offered. Necessary power for movement of flaxstems was determined.

Keywords: Flax stems; Spreading device; Retted straw.

