

УДК 631.358:633.521

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПОДБИРАЮЩЕГО АППАРАТА ЛЬНОТРЕСТЫ С ПОДПРУЖИНЕННЫМИ ПАЛЬЦАМИ



ЧЕРНИКОВ, В.Г.^{1,2},
чл.-корр. РАН,
докт. техн. наук,

РОМАНЕНКО В.Ю.²,
канд. техн. наук,
зав. лабораторией



¹Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства, Тверской проспект, 17/56, г. Тверь, 170041, Российская Федерация, e-mail: vniiml1@mail.ru,

²Тверская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Маршала Василевского, 7, пос. Сахарова, г. Тверь, 170904, Российская Федерация

Погодные условия в зонах возделывания льна в период подъема льнотресты характеризуются большим количеством осадков, относительно высокой влажностью воздуха, а в некоторых зонах – крайне низкой температурой. Засоренность полей камнями, прорастание лент льнотресты травой, нередко большая растянутость и неравномерная укладка льнотрестей затрудняют их подбор. Поэтому необходимо использовать специальные приспособления. Существующие подбирающие аппараты не обеспечивают качественного подбора лент льнотресты, имеют низкую эксплуатационную надежность. Проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с целью создания конструктивно-технологической схемы подбирающего аппарата барабанного типа с жесткими подпружиненными пальцами. Сформирована математическая модель работы аппарата при встрече пальцев с препятствием. Описано условие равновесия механизма, при котором палец барабана будет выполнять технологический процесс подбора льнотресты без срабатывания предохранительного устройства (пружины). Предложенная методика расчета работы этого аппарата внедрена на серийных подборщиках-оборачивателях лент льна.

Ключевые слова: лен, льнотреста, подбирающий аппарат, подпружиненные пальцы.

Цель исследования – разработка нового подбирающего аппарата с подпружиненными пальцами, обоснование параметров и режимов работы.

Материалы и методы. Поиск новой конструкции подбирающего аппарата параметров и режимов подбора стеблей льнотресты относится к процессу теоретических и экспериментальных задач.

Результаты и обсуждение. Анализ работы подборщиков льнотресты показал, что в сравнении с другими устройствами подбирающий аппарат барабанного типа с активным кожухом и жесткими ведомыми пальцами является наилучшим. Но и он имеет серьезный недостаток, заключающийся в том, что жесткие пальцы плохо копируют рельеф поля, а при встрече с камнями и различными пре-

пятствиями деформируются.

В связи с этим разработано несколько схем подбирающих аппаратов барабанного типа с жесткими подпружиненными пальцами [1-4]. Одна из них показана на *рисунке 1*.

Подбирающий аппарат состоит из вращающегося кожуха 1, подвижной эксцентричной оси 2, установленной в подшипниках 7, пальцев 3, рычага 4, пружины 5 и упоров 6. Эксцентричная ось барабана удерживается в неподвижном положении при помощи пружины 5 и упоров 6 на раме подборщика. При встрече пальцев с препятствиями происходит деформация пружины, а следовательно, и необходимый поворот эксцентричной оси. Пальцы при этом смещаются внутрь барабана, и изме-

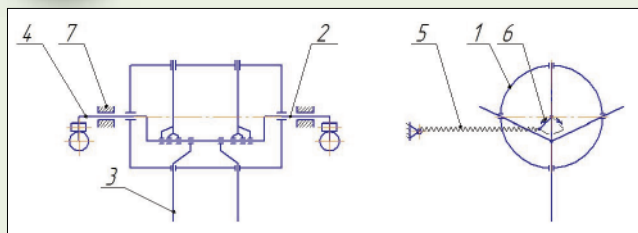


Рис. 1. Схема подбирающего аппарата барабанного типа с подпружиненной осью

няется высота их установки над поверхностью поля. Этим обеспечивается плавное копирование пальцами барабана рельефа почвы, исключаются случаи пропуска подборщиком стеблей тресты, а также устраняются деформации элементов машины и барабана при встрече пальцев с препятствиями.

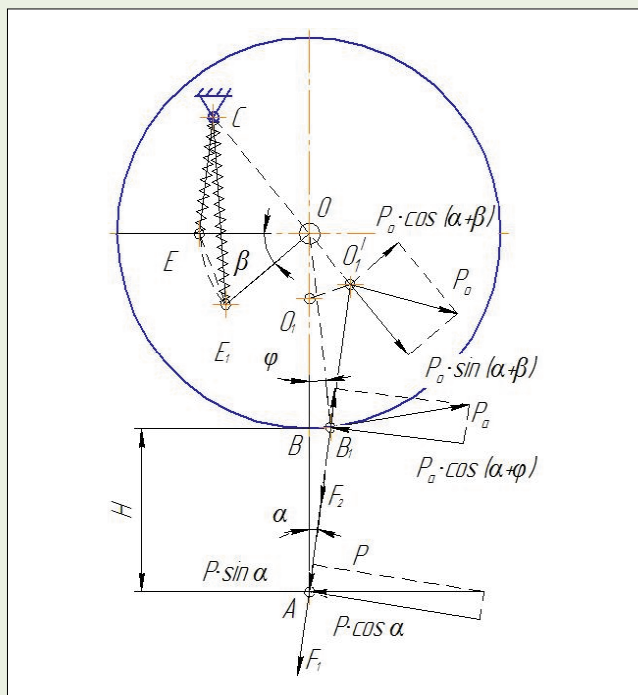


Рис. 2. Схема сил, действующих на палец барабана при встрече с препятствием

Из рисунка 2 видно, что в момент встречи пальца с препятствием на него действуют следующие силы, H :

P – сила воздействия препятствия на палец, определяемая экспериментальным путем;

P_α – сила воздействия обода барабана на палец;

P_0 – сила воздействия пальца на ось эксцентрика;

T – сила сопротивления пружины;

F_1 – сила трения пальца о препятствие;

F_2 – сила трения пальца об обод барабана.

Условием равновесия механизма, при котором палец барабана будет выполнять технологический процесс подбора льнотресты без срабатывания пре-

дохрнительного устройства (пружины), является равенство нулю суммы моментов всех сил, действующих на палец относительно оси вращения барабана (рис. 2).

$$\sum M_0(Q) = 0. \quad (1)$$

Это условие может быть выражено следующим уравнением:

$$T\alpha - P_0 \cdot e = 0, \quad (2)$$

где α – расстояние от оси вращения барабана до точки крепления пружины, м;

e – расстояние между осями вращения барабана и пальца (эксцентриситет), м;

Сила P_0 , с которой палец действует на ось эксцентрика, равна:

$$P_0 = \frac{P(l_n - K)}{K}, \quad (3)$$

где l_n – длина пальцев, м.

K – определяется по теореме синусов из треугольника $OO'B_1$:

$$K = \frac{e \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sin(\alpha + \phi)}, \quad (4)$$

где α – угол поворота пальца при встрече с препятствием, град.;

$\phi = \omega \cdot t$ – угол поворота барабана, град.;

β – угол поворота эксцентрика, град.;

ω – угловая скорость барабана, c^{-1} .

В момент встречи пальца с препятствием предохранительный механизм срабатывает при условии:

$$M_c > M_{дв}, \quad (5)$$

где M_c – момент сопротивления движению пальца относительно точки O_1 ;

$M_{дв}$ – момент движения.

Причем:

$$M_c = Pl_n \cdot \cos \alpha, \quad (6)$$

$$M_{дв} = PK \cos(\alpha + \phi). \quad (7)$$

После подстановки значений из уравнений (4), (6) и (7) в выражение (5), получим уравнение срабатывания механизма в момент встречи пальца с препятствием:

$$Pl_n \cos \alpha > P_\alpha \cos(\alpha + \phi) \frac{e \sin(\beta - \phi)}{\sin(\alpha - \phi)}. \quad (8)$$

Из этого выражения можно получить значение угла β поворота эксцентричной оси в момент встречи пальца с препятствием:

$$\beta < \arcsin \frac{Pl_n \cos \alpha \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi)}{P_\alpha e} + \phi.$$

Угол α определяется из условия сложного движения барабана и равен:

$$\alpha = \arctg \frac{P \cdot \sin \omega t + V_M t}{e + t_n - R \cos \omega t}, \quad (9)$$

где R – радиус барабана, м;

V_M – поступательная скорость подборщика, м/с.

Из условия срабатывания механизма, с учетом сопротивления пружины, следует:

$$\begin{aligned} & P_{01} \cdot e \cdot \cos(\alpha + \beta) + \\ & + [P_\alpha \sin(\alpha + \beta) - P \sin \alpha] \cdot N - \\ & - [f_1 P \cos \alpha + f_2 P_\alpha \cdot \cos(\alpha + \phi)] \cdot N > Th_1, \end{aligned} \quad (10)$$

где $N = R \sin(\alpha + \phi)$;

f_1 – коэффициент трения пальца о препятствие;

f_2 – коэффициент трения пальца об обод барабана;

h_1 – длина перпендикуляра, опущенного из центра вращения барабана на направление действия пружины, м.

Для проверки основных теоретических положений проведены экспериментальные исследования работоспособности подбирающих аппаратов барабанного типа с жесткими и подпружиненными жесткими пальцами при различных поступательных скоростях движения подборщика.

Из приведенных на рисунке 3 результатов исследований видно, что с увеличением поступательной скорости потери за подборщиком с жесткими паль-

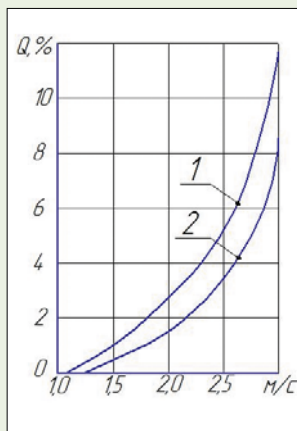


Рис. 3. Зависимость потерь тресты от поступательной скорости подборщика: 1 – с жесткими пальцами; 2 – с подпружиненными пальцами

цами возрастают резче, чем потери за подборщиком, снабженным подпружиненными пальцами.

Объясняется это тем, что аппарат с жесткими пальцами хуже копирует неровности поля.

Выводы. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили обеспечить надежную работу подбирающего аппарата подборщиков-обоснователей и подборщиков тресты. Разработан и обоснован рациональный тип подбирающего аппарата барабанного

типа с жесткими подпружиненными пальцами. Его конструктивная схема признана изобретением. Аппарат успешно прошел государственные испытания и внедрен в производство.

В результате теоретических исследований получены выражения для определения параметров и режимов его работы. Подбирающий аппарат барабанного типа с жесткими подпружиненными пальцами обеспечивает на всех режимах работы более качественную чистоту подбора (99-100%) в сравнении с подбирающим аппаратом, снабженным жесткими пальцами.

Литература

1. А.С. СССР, № 235472. Подборщик стеблей сельскохозяйственных культур / В.Г. Черников, В.И. Глухов, И.Ф. Дворниченко, Н.Н. Семенов, В.А. Орышака; заявл. 13.XI.1967; опубли. 16.01.1969.
2. Черников В.Г. Исследование работы льноподборщика с подпружиненными пальцами // Тракторы и сельхозмашины. – 1971. – № 11. – С. 29.

3. Черников В.Г., Ростовцев Р.А., Романенко В.Ю. Исследование подбирающего аппарата с жесткими зубьями // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 2. – С. 34-36.
4. Черников В.Г., Романенко В.Ю., Перов Г.А. Условие подъема лент льнотресты пальцами подбирающего барабана в экстремальных условиях // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 11. – С. 19-21.

ANALYSIS OF ACTION OF DEVICE WITH SPRING PINS FOR PICKING UP OF RETTED FLAX STRAW

V.G. Chernikov^{1,2}, V.Yu. Romanenko²

¹All-Russia Research Institute for Flax Production Mechanization, Tverskoy prospekt, 17/56, Tver, 170041, Russian Federation

²Tver State Agricultural Academy, Marshala Vasilevskogo St., 7, set. Sakharova, Tver, 170904, Russian Federation

Weather conditions in flax cultivation areas during harvesting time can be characterized with high rainfalls, relative humidity and, in some areas, extremely low temperature. Clogging of fields with stones, grass germination



through flax swaths, often an absence of homogeneity on length and thickness of straw in swaths require working out new devices for straw lifting. Existing devices for picking up do not provide a high-quality lifting of flax swaths and have a low coefficient of reliability of the process. Researches and experimental-design works were carried out to create a constructive-technological scheme of the picking up device of cylindrical type with spring-loaded rigid pins. The mathematical model of the device operation when a pin touching an obstacle. The condition of balance of the mechanism under which the pin of a cilinder will operate technological process of picking up of retted flax straw without action of the safety device (spring) was described. The offered method of calculation of operation of this device was introduced in a common flax swath lifter-turners.

Keywords: Flax; Retted straw; Picking up device; Spring pins.

References

1. A.S. SSSR, No. 235472. Podborshchik stebley sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Lifter of agricultural crops swaths]. V.G. Chernikov, V.I. Glukhov, I.F. Dvornichenko, N.N. Semenov, V.A. Oryshaka; zayavl. 13.Kh1.1967; opubl. 16.01.1969 (Russian).
2. Chernikov V.G. Issledovanie raboty l'nopodborshchika s podpruzhinennymi pal'tsami [Research of flax lifter with spring pins]. Traktory i sel'khoz mashiny. 1971. No. 11. pp. 29 (Russian).
3. Chernikov V.G., Rostovtsev R.A., Romanenko V.Yu. Issledovanie podbirayushchego apparata s zhestkimi zub'yami [Research of lifter with spring pins]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2011. No. 2. pp. 34-36 (Russian).
4. Chernikov V.G., Romanenko V.Yu., Perov G.A. Uslovie pod"ema lent l'notresty pal'tsami podbirayushchego barabana v ekstremal'nykh usloviyakh [Criterion of retted straw lifting by pins of picking up cilinder]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2015. No. 11.pp. 19-21 (Russian).

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
механизации сельского хозяйства

(ФГБНУ ВИМ)

объявляет набор

в аспирантуру на бюджетные и платные места

на 2016-2017 учебный год

Лицензия №1376 от 10.04.2016

Государственная аккредитация

(приказ Рособнадзора № 63 от 21 января 2016года)

По направлению подготовки 35.06.04

Технология, средства механизации и энергетическое оборудование
в сельском, лесном и рыбном хозяйстве.

Профиль: машины, агрегаты и процессы (по отраслям).

Профиль: технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Адрес института: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5.

Телефон для справок: 8 (499) 709-33-68.