

$$g_{p.o} = Cn_1 A_d \frac{v_2}{\eta_{0.2} \eta_{1.2}}, \quad (5)$$

где  $C=1/3600$  – переводной коэффициент;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;

$v_a$  – скорость выдергивания (извлечения) пня,  $m/c$ ;

$n_1$  – число пней, извлекаемых выдергиванием, на 1 га, шт./га;

$q$  – опытный коэффициент, зависящий от породы дерева: для сосны – 70, для березы и пихты – 60, для осины – 50;

$d$  – средний диаметр выдергиваемого пня,  $m$ ;

$v_i$  и  $v_k$  – соответственно коэффициент увеличения затрат энергии от непроизводительных движений соответствующих рабочих устройств и самой машины;

$\eta_{0.i}$  – КПД устройств, передающих энергию к соответствующим рабочим органам машины;

$\eta_{1.i}$  – КПД соответствующих рабочих органов машины;

$\eta_k$  – КПД передачи от двигателя к рабочему органу корчевальной машины;

$K_0$  – коэффициент, учитывающий увеличение пути движения машины по отношению к расчетному;

$m_1$  – отношение пути, проходимого машиной на холостом ходу, к таковому при выполнении технологической работы;

$A_d$  – затраты энергии на доставку рабочих органов к пню и установку в транспортное положение,  $кДж$ ;

$\psi_m$  – коэффициент сопротивления движению корчевальной машины с учетом сдвигания пней;

$m_m$  – масса машины,  $t$ ;

$\Delta$  – ширина разрабатываемой ленты,  $m$ .

Все расчеты по определению затрат энергии процесса корчевки пней,  $кВт\cdotч/га$ , в зависимости от среднего диаметра удаляемых пней,  $m$ , для разных древесных пород сведен в таблицу 2.

Таблица 2

Удельные энергозатраты при работе корчевальных машин

Порода	Затраты энергии процесса корчевки пней, $кВт\cdotч/га$ , при среднем диаметре выдергиваемых пней, $m$				
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Сосна	3,715	2,994	2,599	2,360	2,191
Береза и пихта	3,657	2,943	2,552	2,313	2,150
Осина	3,600	2,892	2,505	2,269	2,109

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочегаров В.Г. Технология и машины лесосечных работ / В.Г. Кочегаров, Ю.А. Бит, В.Н. Меньшиков. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 392 с.
2. Степанова О.П. Эффективность использования современных способов обработки почвы в лесокультурном производстве / О.П. Степанова, Д.С. Бурцев // Материалы XI Международной научно-технической конференции «Лес-2010». – Брянск: БГИТА, 2010.
3. Ширнин Ю.А. Процессы и оборудование для лесосечных работ / Ю.А. Ширнин. – М.: МГУЛеса, 2003. – 442 с.

УДК 630.362

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ С ВЕЛИЧИНОЙ ОТКЛОНЕНИЯ ПОЛОТНА КРУГЛОЙ ПИЛЫ

**Е.Ю. Кузнецов,**

аспирант, ФГБОУ ВПО МарГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.

kuzeu@mail.ru

*Статья посвящена проблеме повышения точности пиления древесины круглыми пилами. Разработаны математические зависимости параметров системы управления электромагнитной направляющей от величины отклонения круглой пилы. Представлена методика определения этих параметров.*

В процессе пиления древесины на круглую пилу действуют боковые силы вызванные неравномерностью нагрева, усилиями резания, погрешностями в настройке станка. При этом круглая пила отклоняется от плоскости вращения, теряет устойчивость, что отражается на снижении точности пиления древесины.

Наиболее эффективным средством повышения точности пиления являются направляющие [1].

Нами разработана конструкция электромагнитной направляющей, где снижение отклонения пилы достигается электромагнитным полем, возникающим в воздушном зазоре между пилой и элек-

тромагнитами, в зависимости от величины и направления её отклонения за счёт автоматической системы управления [2]. Однако отсутствуют зависимости между параметрами системы управления и величиной отклонения пилы.

Поэтому **целью работы** является определение взаимодействий параметров системы управления электромагнитной направляющей с величиной отклонения круглой пилы.

**Решаемые задачи:** определить зависимости между напряжением питания электромагнита  $U_{y1}$  и усилием притяжения круглой пилы  $F_{np}$ , напряжением датчика отклонения  $U$  и боковой силой  $Q$ , напряжением питания электромагнита  $U_{y1}$  и напряжением управления реле  $U_y$ , напряжением управления реле  $U_y$  и напряжением датчика отклонения  $U$ .

Система управления электромагнитной направляющей включает (рис. 1а): 1 – датчик отклонения пилы ИДА28-U-PNP; 2 – блок управления (устройство сбора данных Е14-140-М, ПК); 3 – реле GDH2538VD; 4 – автотрансформатор ЛАТР-1М; 5 – электромагнит ДКМ-020; 6 – круглая пила; 7 – цифровой вольтметр УТ-106.

Усилие притяжения полотна круглой пилы определяется по формуле [3]:

$$F_{np} = \frac{B^2 S}{2\mu_0 n_{\Pi}}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения магнитопровода,  $m^2$ ;

$n_{\Pi}$  – количество полюсов электромагнита;

$B$  – индукция электромагнитного поля,  $Tл$ .

Индукция электромагнитного поля,  $Tл$ :

$$B = \frac{IN}{\left(\frac{2h+l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2x}{\mu_0}\right)}, \quad (2)$$

где  $\mu_m, \mu_0, \mu_n$  – магнитная проницаемость магнитопровода, воздуха, пилы,  $Гн/м$ ;

$l, l_n$  – длина магнитопровода и полотна пилы, находящегося в электромагнитном поле,  $м$ ;

$x$  – величина воздушного зазора,  $м$ ;

$I$  – сила тока,  $A$ ;

$N$  – число витков в обмотке электромагнита.

Величина воздушного зазора,  $м$ :

$$x = [n](w + B' + A_T), \quad (3)$$

где  $[n]$  – коэффициент запаса по точности;

$w$  – отклонение пилы,  $м$ ;

$B'$  – величина развода зубьев пилы,  $м$ ;

$A_T$  – величина торцового биения,  $м$ .

Для определения зависимости напряжения питания электромагнита от усилия притяжения выразим силу тока в формуле (2) через напряжение питания электромагнита по закону Ома  $I = U_{y1} / R$  ( $R$  – сопротивление обмотки электромагнита, Ом)

$$U_{y1} = B \frac{\left(\frac{2h+l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2x}{\mu_0}\right) R}{N}. \quad (4)$$

Выразим индукцию электромагнитного поля из формулы (1) и подставим её в выражение (4). После преобразований получим:

$$U_{y1} = \sqrt{\frac{F_{np} 2\mu_0 n_{\Pi}}{S}} \frac{\left(\frac{2h+l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2x}{\mu_0}\right) R}{N}. \quad (5)$$

Известна формула для определения боковой силы [4]:

$$Q = [P - Kw], \quad (6)$$

где  $P$  – боковая сила резания,  $H$ ;

$K$  – сопротивление раскалыванию древесины,  $H/м$ .

Величина напряжения датчика отклонения  $U(B)$  равна отклонению пилы  $w$  ( $мм$ ),  $U=w$ . Поэтому выразив  $w$  из формулы (6), можно записать:

$$U = \frac{-P+Q}{K}. \quad (7)$$

Постоянные факторы: диаметр и толщина пилы  $D = 0,56 \text{ м}$ ,  $h = 0,0022 \text{ м}$ ;  $B' = 0,0014 \text{ м}$ ;  $A_T = 0,0005 \text{ м}$ ;  $S = 0,006 \text{ м}^2$ ,  $n_{II} = 3$ ;  $\mu_M = 0,001256 \text{ Гн/м}$ ;  $\mu_n = 0,0007536 \text{ Гн/м}$ ;  $\mu_o = 0,0000004\pi \text{ Гн/м}$ ;  $l = 0,275 \text{ м}$ ;  $l_n = 0,085 \text{ м}$ ;  $N = 800$ ;  $R = 4,5 \text{ Ом}$ ;  $[n] = 1,2$ ;  $P = 4,4 \text{ Н}$ ;  $K = -7200 \text{ Н/м}$  (для сосны, резание в тангентальной плоскости) [5].

Переменные факторы: отклонение пилы  $w$ , изменялось от 0 до 0,003 м через 0,001 м;

Выходные факторы: а) напряжение питания электромагнита  $U_{y1}$ ; б) напряжение датчика отклонения  $U$ ; в) напряжение управления реле  $U_y$ .

В результате расчёта по формулам (5)–(7) построены графики зависимости напряжения датчика отклонения и напряжения питания электромагнита от величины боковой силы (рис. 2а).

С целью определения зависимости между напряжением питания электромагнита  $U_{y1}$  и напряжением управления реле  $U_y$  была проведена серия опытов, в которых с помощью блока управления 2 (ПК и устройства сбора данных Е14-140-М) варьировалось напряжение управления реле 3, и посредством вольтметра 7 измерялась величина напряжения питания электромагнита 5 (рис. 1б). Диапазон варьирования напряжения составлял от 3,8 до 4,2 В, при шаге 0,005 В. На основании полученных данных, в программе TableCurve 2D 2.03 составлена регрессионная зависимость между напряжением питания электромагнита  $U_{y1}$  и напряжением управления реле  $U_y$  (Рис.2,б).

Уравнение регрессии имеет вид:

$$U_y = 3,67 + 0,173U_{y1}^{0,5}. \quad (8)$$

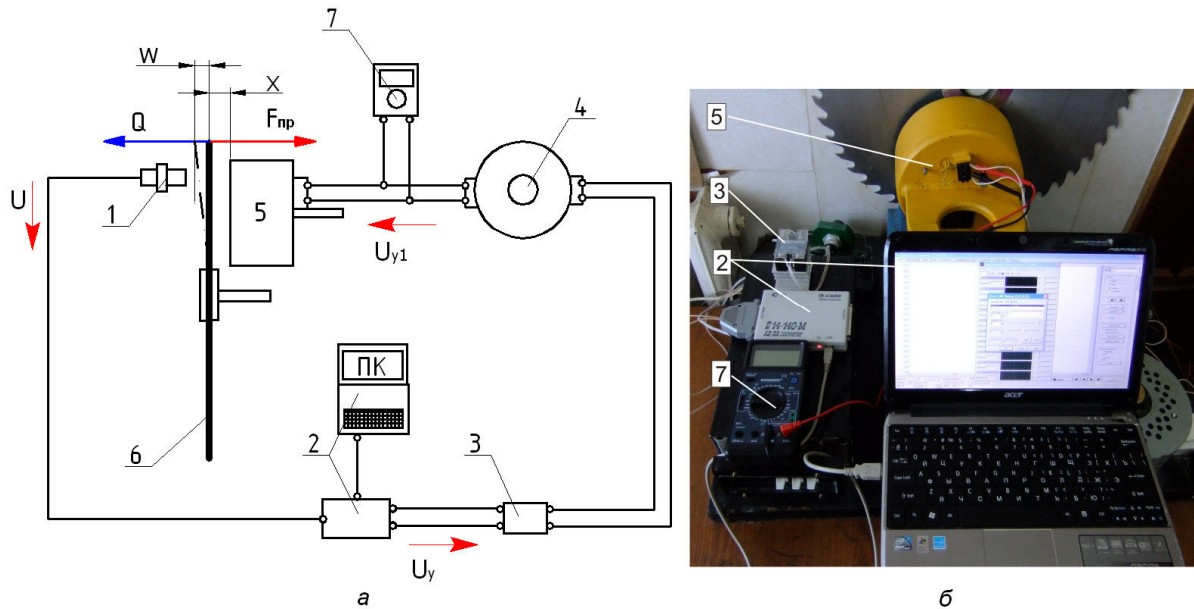


Рис. 1. Структурная схема системы САУ отжимной электромагнитной направляющей (а) и оборудование для определения зависимости напряжением питания электромагнита от напряжения управления реле (б)

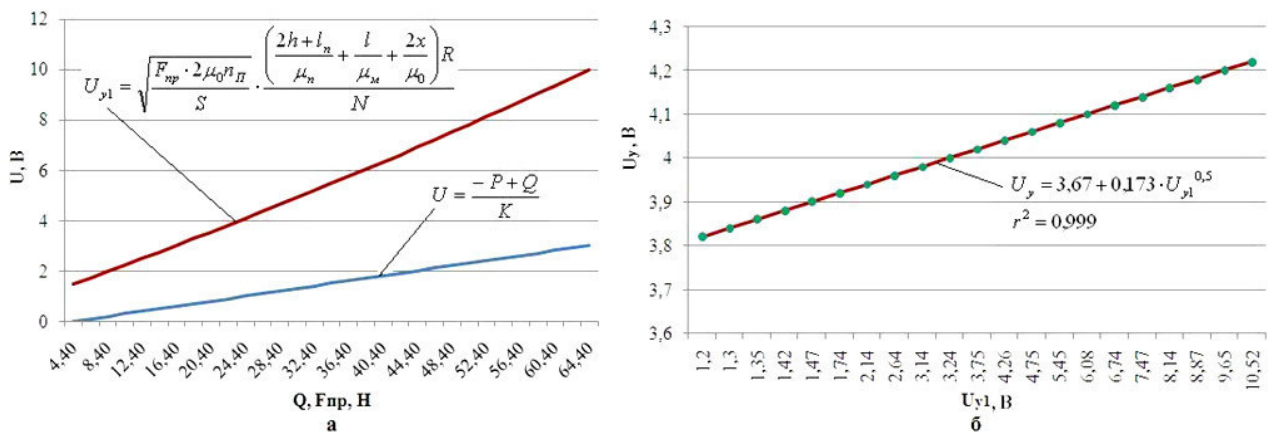


Рис. 2. Зависимость напряжения датчика отклонения и напряжения питания электромагнита от величины боковой силы (а) и напряжения питания электромагнита от напряжения управления реле (б)

Для разработки программного обеспечения электромагнитной направляющей необходимо знать зависимость между напряжением датчика отклонения  $U$  и напряжением управления реле  $U_y$ . С этой целью подставим в уравнение регрессии (8) уравнение (5), при условии  $F_{np} = Q$ ,  $x = [n](w + B^l + A)$ , где  $w = U$ .

После преобразований уравнение регрессии (8) примет вид:

$$U_y = 3,67 + 0,173 \left[ \sqrt{\frac{Q2\mu_0 n \Pi}{S} \left( \frac{2h + l_n}{\mu_n} + \frac{l}{\mu_m} + \frac{2[n](U + B^l + A)}{\mu_0} \right) R} \right]^{0,5}. \quad (9)$$

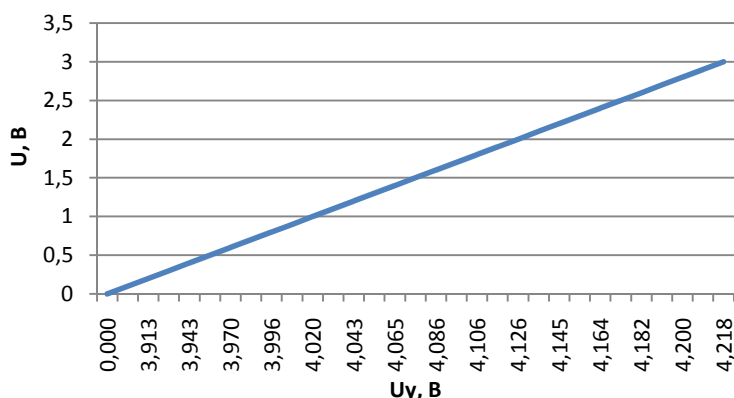


Рис. 3. Зависимость напряжения управления реле от напряжения датчика отклонения

Графическое отображение этой зависимости представлено на рис. 3.

Полученная зависимость (9) будет применена при разработке программного обеспечения для блока управления в системе автоматического управления электромагнитной направляющей. Она позволит управлять величиной напряжения питания электромагнита автоматически в зависимости от величины отклонения пилы.

Таким образом, в результате выполненной работы получены зависимости для определения пара-

метров системы управления электромагнитной направляющей от величины отклонения круглой пилы. Разработана методика определения этих параметров.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стахийев, Ю.М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил / Ю.М. Стахийев. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 267 с.
2. Пат. 94898 Российская Федерация МПК В 27 В 13/10. Отжимная электромагнитная направляющая круглой пилы / Шарапов Е.С., Кузнецов Е.Ю.; заявитель и патентообладатель Шарапов Е.С., Кузнецов Е.Ю. – № 2010107641/22; заявл. 02.03.2010; опубл. 10.06.2010.
3. Торопов А.С. Обоснование параметров электромагнитной направляющей в круглопильных станках / А.С. Торопов, Е.С. Шарапов, Е.Ю. Кузнецов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2011. – №3(79). – С. 144–147.
4. Longxiang Yang. Supercritical speed response of circular saws: A thesis for the degree master of applied science, Department of Mechanical Engineering, The University of British Columbia, Vancouver, Canada, 30 of April, 1990.
5. Боровиков А.М. Справочник по древесине / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.

УДК 630.383:630.375.4

### ВЛИЯНИЕ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

**В.Ю. Лисов,**

Аспирант, ФГБОУ ВПО СПбГЛТУ, г. Санкт-Петербург, РФ.  
lisov-vladimir@yandex.ru

*Цель данного исследования – определить, как изменится расход топлива гусеничного трактора ДТ-75 в зависимости от глубины колеи, получившейся в результате восьми проходов трактора по одному и тому же волоку.*

Трелевочные машины [1] оказывают существенное уплотняющее воздействие на почву. Плотность почвы является ее основной, наиболее существенной характеристикой, от которой зависит весь комплекс физических условий в почве: водный, воздушный и тепловой режимы, а, следовательно, условия биологической деятельности.