

УДК 631.312-52

МИРОНЕНКО В.И., СКЛЯРОВ А.В., ГАЛУЦКИХ А.Д., НТУ «ХПИ»

ПОТЕРИ НА ТРЕНИЕ В ЧУВСТВИТЕЛЬНОМ ЭЛЕМЕНТЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАВЕСНОГО ПАХОТНОГО АГРЕГАТА

Визначено втрати на тертя в чутливому елементі системи регулювання орного агрегату.

Введение. При создании систем регулирования навесного пахотного агрегата разрабатывают схему, разбивают ее на отдельные звенья и выполняют анализ их параметров.

Одним из основных звеньев системы регулирования является чувствительный элемент. Рассмотрим пружинный чувствительный элемент.

Цель и постановка задачи. Целью данных исследований является определение зависимостей, позволяющих определить величину потерь на трение в чувствительном элементе.

Кинематические и силовые зависимости. Определим некоторые кинематические зависимости, определяющие положение отдельных звеньев (рис 1.)

Положение оси D вращение нижней тяги определяются выражением:

$$a_n = l_{1n} \cdot \sin(\alpha_n + \alpha_{no}) - a_{no},$$

где $\alpha_n = \alpha_n(t)$ – функция, найденная на основе экспериментальных данных;
 $\alpha_n = 0,0502t$.

Начальное положение звена определяется углом

$$\alpha_{no} = \arcsin \frac{a_{no}}{l_{1n}},$$

Деформация пружины датчика

$$b_n = l_{2n} \sin(\beta_n - \beta_{n0}) + b_{n0},$$

где $\beta_{n0} = \arcsin \frac{b_{n0}}{l_{2n}}$; $\beta_n = \beta_n(t) = \alpha_n(t)$.

Сила, приложенная к пружине чувствительного элемента,

$$P_n = \frac{l_{1n}}{l_{2n}} (R_{DX_0} + ka_n),$$

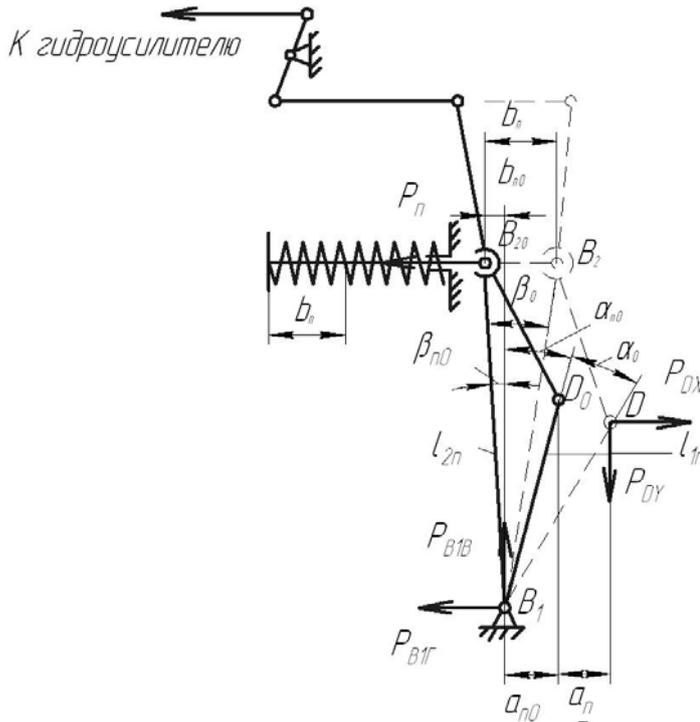


Рисунок 1 – Пружинный датчик системы регулирования.

где $R_{DX0} = 10$ кН – предварительное усилие на пружине;
 $k = 220$ кН/м жесткость пружины.

Составляющая реакции в шарнире B_1 определяется следующими зависимостями

$$\sum x_i = 0,$$

$$R_{B1Г} = R'_{DX} - P_n;$$

$$\sum y_i = 0,$$

$$R_{B1B} = R'_{DY}.$$

Результирующая реакция в шарнире B_1

$$R_{B1} = \sqrt{R_{B1Г}^2 + R_{B1B}^2}.$$

Силы с учетом трения действующие в механизме датчика:

$$R_{B1C} = R_{B1} \sqrt{1 + f_{B1}^2};$$

$$R_{ПC} = R_{П} \sqrt{1 + f_{B2}^2},$$

где f_{B1} и f_{B2} – Коэффициенты трения в шарнирах B_1 и B_2 .

Мощность трения в шарнирах датчика, приведенная к точке D имеет вид:

$$W_{ТП} = R_{DC} r_{DX} f_{DK} |\omega_{l1}| - |\omega_3| + R_{B1C} r_{B1} f_{B1} |\omega_{l1}| + P_{ПC} r_{B2} f_{B2} |\omega_{l1}|,$$

где ω_{l1n} – угловая скорость ведущего звена l_1 , определяемая на основании результатов эксперимента.

Мощность дополнительного момента для преодоления трения в шарнирах датчика, приведенная к шарниру D:

$$\Delta W = \Delta M_n |\omega_3| - |\omega_{l1n}|;$$

где дополнительный момент трения:

$$\Delta M = \frac{1}{\|\omega_3 - \omega_{l_{1n}}\|} \left[R_{DC} r_{DX} f_{DK} \|\omega_{l_{1n}}\| - \|\omega_3\| + R_{B1C} r_{B1} f_{B1} \|\omega_{l_{1n}}\| + P_{PC} r_{B2} f_{B2} \|\omega_{l_{1n}}\| \right].$$

В табл. 1 приведены параметры пружинного чувствительного элемента САР глубины пахоты Т-150К.

Таблица 1 – Параметры пружинного чувствительного элемента

Параметр	l_{1n} , м	l_{2n} , м	$a_{п0}$, м	$b_{п0}$, м	$\alpha_{п0}$, рад	$\beta_{п0}$, рад	$\omega_{1п}$, рад	Γ_{B1} , м	Γ_{B2} , м	f_{B1}	f_{B2}
Величина	0,1304	0,2603	0,01	0,012	0,139992	0,080086	0,0522	0,0315	0,0125	0,003	0,15

В табл. 2 приведены результаты расчета на ЭВМ параметров пружинного чувствительного элемента САР навесного пахотного агрегата по приведенной математической модели.

Таблица 2 – Результаты расчетов

Время регулирования t, с	Реакция R_{DX} , кН	Угловая скорость ω_3 , с ⁻¹	Величина $a_{п}$, мм	Величина $b_{п}$, мм	Сила $P_{п}$, кН	Реакция R_{B1C} , кН
0	29,6	0,010997	5,03	10,09	11,108	18,492
0,1	28,5	0,011142	5,68	11,40	11,251	19,449
0,2	27,4	0,011286	6,33	12,70	11,394	20,406
0,3	26,3	0,011433	6,98	14,01	11,537	21,363
0,4	25,2	0,011579	7,63	15,32	11,679	22,321

В табл. 3 приведены результаты расчетов для различных коэффициентов трения в шарнирах чувствительного элемента. Анализ полученных результатов показывает, что для шарниров без смазки ($f=0,15$) дополнительный момент трения составляет $\Delta M=190,52...216,82$ Нм. Если в шарнирах В₂ и D установить подшипники скольжения ($f=0,06$), то величина дополнительного момента составит $\Delta M=5,93...6,94$ Нм, т.е. уменьшиться более чем в 30 раз.

Таблица 3 – Расчетные параметры

Коэффициент трения f_D	Коэффициент трения f_{B2}	Время, с	0	0,1	0,2	0,3	0,4
0,15	0,15	Момент трения $\Delta M_{п}$, Нм	190,52	197,09	203,68	210,24	216,82
0,15	0,07		176,18	182,51	188,85	195,18	210,52
0,07	0,15		123,58	128,03	132,48	136,95	141,43
0,07	0,07		89,33	92,43	95,54	98,65	101,76
0,15	0,003		77,51	80,42	83,33	86,24	89,16
0,003	0,15		32,09	32,77	33,45	34,14	34,83
0,003	0,003		5,93	6,43	6,43	6,98	6,94

Выводы. Таким образом, трение в шарнирах чувствительного элемента силового регулирования пахотного агрегата существенно увеличивает потери в кинематических парах, что в конечном итоге сказывается на качества работы системы.