

Одним из способов обеспечения грузоподъемности на требуемом уровне является повышение коэффициента полезного действия (КПД) МН.

Потери энергии на трение в шарнирах при переводе навесной уборочной машины из рабочего положения в транспортное в среднем составляет 17–23 % от ее общей величины. Коэффициент полезного действия в процессе подъема навесной машины не остается постоянным, причем переменными оказываются как его средняя величина, так и экстремальные значения. Поэтому снижение величины диссипативных потерь напрямую способствует повышению грузоподъемности ПНУ.

Приведенная к штоку ГЦ сила трения определяется по результатам кинематического и силового анализа:

$$F_{mp}^{np}(S) = F_{mp\zeta} + r \cdot f_{mp} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^7 R_{0i}(S) \cdot \varphi'_i(S) + \sum R_{ij}(S) \cdot [\varphi'_i(S) \pm \varphi'_{i+1}(S)] \right\},$$

где r – радиус шарниров; f_{mp} – коэффициент трения; R_{ij} – силы реакций соответственно в неподвижных и подвижных шарнирах МН; $\varphi'_i(S)$ – аналоги угловых скоростей звеньев МН; $F_{mp\zeta}$ – сила трения манжеты ГЦ.

$$F_{\text{од.ав}} = \pi \cdot D \cdot l \cdot f_c \cdot p_m,$$

где D – диаметр поршня ГЦ; l – ширина манжеты; f_c – коэффициент трения манжеты о гильзу ГЦ; p_m – среднее давление в напорной полости ГЦ.

Величина силы трения в шарнире зависит от условий эксплуатации кинематических пар, материала и скорости относительного перемещения, трущихся поверхностей, нагрузки в трущейся паре, геометрии шарнира и некоторых других параметров. Для аналитического определения сил трения в кинематических парах были использованы математические модели геометрического, кинематического и силового анализа МН.

С помощью программных модулей (Turbo-Pascal), разработанных на ПЭВМ типа IBM PC, был поставлен вычислительный эксперимент и выполнено исследование изменения КПД в зависимости от вышеупомянутых параметров в процессе перевода навесной уборочной машины из рабочего в транспортное положение.

Функциональные математические модели анализа, параметрические и функциональные ограничения, а также целевая функция составили основу математической модели оптимизационного параметрического синтеза внутренних параметров МН. Целевая функция представляла собой интегральную характеристику энергетических потерь на трение, сформированную из показателей качества (части выходных параметров) функционирования МН.

$$ЦФ = k_1 \frac{I_{cp}}{I_{max}} + k_2 \frac{\eta_{cp}}{\eta_{max}} + k_3 \frac{R_{03}^c}{R_{03}^{max}}.$$

Сформированная оптимизационная модель нелинейного программирования решалась по методу штрафных функций.

Таблица 1 – Результаты расчета выходных параметров ПНУ

S	G _m (S)	G _{S6} (S)	R ₀₃ (S)	R ₀₅ (S)	R ₀₇ (S)	F _{Тр} (S)	η(S)
[м]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]	[кН]	
0,49	*	*	*	*	*	*	*
0,515	63,569	71,1841	56,9271	27,0411	36,6214	12,4916	0,72
0,54	66,4224	70,2908	57,2458	26,1571	36,2168	11,118	0,746
0,565	68,4828	69,2572	57,8901	25,5119	36,1208	10,4831	0,767
0,59	70,0953	68,1496	58,7503	25,0376	36,2899	10,2213	0,793
0,615	71,4485	66,9928	59,7975	24,701	36,7056	10,2026	0,831
0,64	72,6657	65,7934	61,0436	24,4868	37,3652	10,3794	0,807
0,665	73,831	64,5507	62,5286	24,3874	38,2755	10,7466	0,784
0,69	75,0108	63,2613	64,3263	24,4027	39,4528	11,3348	0,779
0,715	76,262	61,9166	66,5559	24,5319	40,919	12,2171	0,773
0,74	77,6356	60,5107	69,411	24,7809	42,6964	13,5507	0,769

Достигнутое в результате проведенного исследования 5–6 % сокращение диссипативных потерь для тяжело нагруженного МН (3600–4600 кг) создает внутренний резерв увеличения грузоподъемности ПНУ. Алгоритм решения поставленной задачи снижения потерь на трение может быть использован также в механизмах навески других колесных тракторов БЕЛАРУС.

Литература

1. Попов, В. Б. Анализ навесных устройств универсального энерго-средства «Полесье-250» / В. Б. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1990. – № 12. – С. 11–14.
2. Попов, В. Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей / В. Б. Попов // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2. – С. 25–29.
3. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский – М.: Машиностроение, 1988. – 640 с.