

Розрахунок пружного мертвого ходу приводу давача кута переміщення по азимутальній осі супутникової антени

М.І. Паламар, Ю.І. Наконечний, І.Т. Ярема, А.В. Чайківський, Ю.О. Апостол

При модернізації приводу азимутального супутникової антени діаметром 5м був спроектований кутомісний пристрій для відпрацювання кутів повороту по азимутальній осі (АЗ). Згідно із технічним завданням похибка відпрацювання кута не повинна перевищувати 4'. Оскільки в спроектованому пристрої застосований оптикоелектронний давач кута конструкції ТНТУ з похибкою до 2', то сумарна кінематична похибка механізму з'єднання вала давача кута з нерухомим корпусом антени (приводу давача кута) не повинна перевищувати 2'. Схема спроектованого пристрою показана на рис. 1.

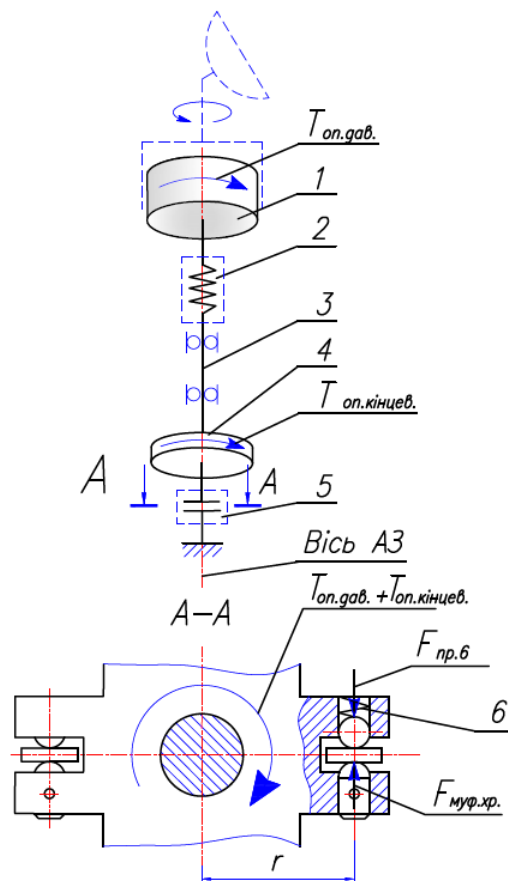


Рисунок 1 – Схема кутомісного пристрою

Кутomisний пристрій складається з давача кута 1, пружної муфти 2, яка компенсує можливу радіальну та кутову неспіввісність вихідного вала давача та жорсткого підшипникового вала 3, і шарнірно-хрестової муфти 5. Конструкція приводу давача виконана беззазорною. Кінематичні похибки при вимірюванні кута повороту антени будуть виникати тільки внаслідок пружних деформацій муфти 2 від дії моменту тертя $T_{оп.дав.}$ в опорах давача кута 1 та деформації пружин 6 в шарнірно-хрестовій муфті 5 від дії сумарного моменту $T_{оп.дав.}$ та моменту опору $T_{оп.кінцев.}$, що виникає в механізмі кінцевих вимикачів 4. При реверсивному русі антени ці пружні деформації подвоюються.

Результати розрахунків приведені в табл.1. Розрахунки виконані для двох варіантів конструкції муфти 2: з пружним елементом у вигляді спіральної циліндричної нарізки та з кільцевими надрізами до половини діаметру муфти (має більшу крутильну жорсткість). Враховано, також, що можуть застосовуватись давачі кута двох виконань: з підшипниками ковзання та манжетною для ущільнення вихідного вала (герметичні, можуть застосовуватись в умовах впливу атмосферного середовища, мають власний момент сил опору 0,075 Нм) та з підшипниками кочення (мають власний момент сил опору 0,015 Нм).

Таблиця 1 – Розрахунок пружного мертвого ходу приводу давача кута по осі АЗ антени діаметром 5м

1. Момент сил опору давача кута 1 (зусилля зрушення)	$T_{оп.дав.}$	З втулками ковзання і ущільненнями		З підшипниками кочення	
		0,075 Нм		0,015 Нм	
2. Жорсткість при крученні пружної муфти	$C_{муф.пр.}$	Спіральна нарізка	Кільцеві надрізи	Спіральна нарізка	Кільцеві надрізи
		40 Нм/рад	250 Нм/рад	40 Нм/рад	250 Нм/рад
3. Зусилля пружини 6 хрестової муфти 5	$F_{пр.}$	10 Н			
4. Плече хрестової муфти 5	r	14 мм			
5. Момент сил опору механізму кінцевих вимикачів 4	$T_{оп.кінцев.}$	0,075 Нм			
6. Мінімальне необхідне зусилля пружини 6 при передачі хрестовою муфтою 5 обертового моменту $T_{оп.дав.} + T_{оп.кінцев.}$	$F_{муф.хр.} = \frac{T_{оп.дав.} + T_{оп.кінцев.}}{2r}$	5,36 Н ($F_{муф.хр.} < F_{пр.}$, тоді деформація пружини 6 і пружний мертвий хід муфти 5 рівні нулю)			
7. Кут закручування пружної муфти 2	$\varphi_{муф.пр.} = \frac{T_{оп.дав.}}{C_{муф.пр.}}$	6,4' (0,0019рад)	1,03' (0,0003рад)	1,2' (0,00037рад)	0,2' (0,00006рад)
8. Пружний мертвий хід при реверсивному русі	$\Delta_{м.х.} = 2\varphi_{муф.пр.}$	12,9'	2'	2,4'	0,4'

Висновок: сумарна похибка відпрацювання кута повороту в спроектованому кутомісному пристрійі не буде перевищувати 4' тільки у випадку застосування пружної муфти 2 з кільцевими надрізами, а зусилля пружин 6 в шарнірно-хрестовій муфті 5 повинно бути не меншим 5,36 Н.