

УДК 631.3

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ И СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВОДА РЕЖУЩЕГО АППАРАТА ЖАТКИ С ПЛАНЕТАРНЫМ МЕХАНИЗМОМ

С.И. Кирилук, А.В. Голопятин

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

В настоящее время большинство производителей зерноуборочных комбайнов для привода ножа режущего аппарата жаток в качестве преобразователя вращательного движения в возвратно-поступательное применяют планетарный механизм. Кроме того, данный привод стал применяться и для травяных жаток. Однако из-за воздействия на преобразователь достаточно высоких инерционных нагрузок движущихся возвратно-поступательно масс поставщики ограничивают частоту колебаний ножа, что снижает производительность, особенно при использовании на жатках для уборки трав. В связи с этим исследования по анализу динамической нагруженности привода с планетарным преобразователем представляют практический интерес. Рассмотрим жатку для трав комбайна КПК-3000 с планетарным механизмом. Исходные данные: частота двойных ходов ножа 660; масса ножа режущего аппарата 10,5 кг; ход ножа 81 мм; диаметр начальной окружности центрального колеса 81 мм; диаметр начальной окружности сателлита 40,5 мм; масса сателлита 0,3 кг; масса водила с кривошипом 5 кг. Кинематическая схема привода режущего аппарата жатки представлена на рисунке 1. Вращение передается через коническую зубчатую передачу на входной вал планетарного механизма.

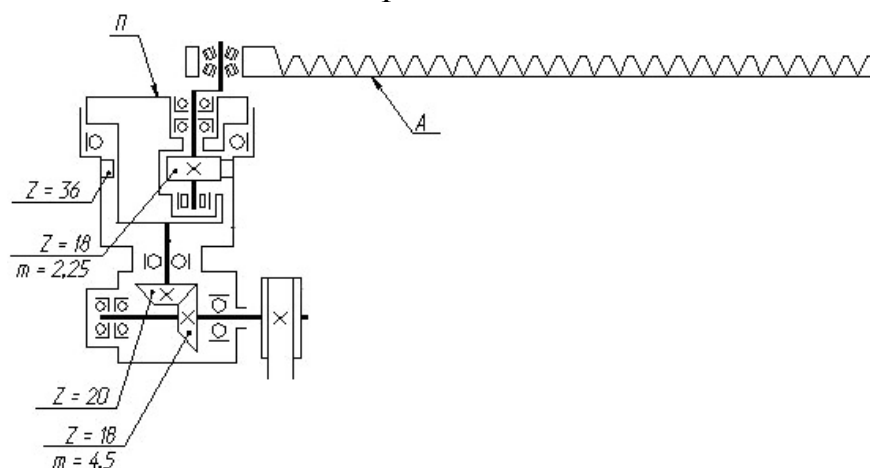


Рис. 1. Кинематическая схема привода режущего аппарата жатки: П – планетарный механизм; А – нож режущего аппарата жатки;

Особенность конструкции данного планетарного механизма заключается в том, что радиус центрального зубчатого колеса в два раза больше радиуса сателлита, в результате любая точка сателлита, лежащая на его начальной окружности, движется только по линии, проходящей через полюс вращения. С этой точки и ось центрального колеса. В рассматриваемом механизме центральное зубчатое колесо неподвижное, колесо имеет подвижную ось, которая вращается вместе с водилом Н с угловой скоростью ω_H . При этом сателлит вращается с угловой скоростью ω_c вокруг мгновенного центра вращения. Кинематические характеристики данного механизма рассчитываются по классической методике [2] и, согласно [3], [1] движение кривошипа и ножа режущего аппарата жатки описывается формулами:

$$x_a = 2r_6 \cos \varphi; \quad y_a = 0, \quad (1)$$

Скорость $v_{нож}$ и ускорение $a_{нож}$ ножа режущего аппарата следующие:

$$v_{нож} = v_o = \dot{x}_a \omega = -2r_6 \omega_4 \sin \varphi, \quad (2)$$

$$a_{нож} = a_o = \ddot{x}_a \omega = -2r_6 \omega_4 \cos \varphi, \quad (3)$$

где $\varphi = \omega_4 t$, $\omega_4 = \omega_H = -\omega_6$.

Влияние динамических нагрузок, возникающих вследствие возвратно-поступательного движения ножа режущего аппарата, т. е. сил инерции, рассчитывается методом кинетостатики по методике силового расчета зубчатых передач с подвижными осями [3]. Основной нагрузкой является сила инерции ножа. Согласно (1), нож режущего аппарата движется по гармоническому закону, его сила инерции выражается формулой

$$F_{и.нож} = -m_{нож} \cdot a_{нож} = -m_{нож} 2r_6 \omega_4 \cos \varphi, \quad (4)$$

Через кривошип (рис. 1) сила инерции ножа передается на сателлит в виде момента, который рассчитывается из условия равенства передаваемой мощности

$$F_{и.нож} v_{нож} = M_{сат} \cdot \omega_6, \quad M_{сат} = F_{и.нож} \frac{v_{нож}}{\omega_6} = m_{нож} 2r_6^2 \omega_4^2 \sin 2\varphi, \quad (5)$$

Из уравнений равновесия для корпуса планетарного механизма рассчитываются проекции реакций $Rx_{n.m}$, $Ry_{n.m}$ на корпус механизма от его подвижных звеньев, приложенные к оси вращения приводного вала, и реактивный момент относительно этой оси:

$$Rx_{n.m} = (Fx_{56} + Fx_{o1}), \quad Ry_{n.m} = (Fy_{56} + Fy_{o1}), \quad (6)$$

$$MR_{n.m} = -2r_2 (Fy_{56} \cos \varphi + Fx_{56} \sin \varphi), \quad (7)$$

модуль вектора реактивной силы и его угол наклона определяется выражениями $R_{n.m} = \sqrt{R_{x_{n.m}}^2 + R_{y_{n.m}}^2}$, $\delta = \arctg\left[\frac{R_{y_{n.m}}}{R_{x_{n.m}}}\right]$. Согласно расчетной схеме рис. 1, на корпус планетарного механизма будет действовать реактивная сила $R_{n.m}$, равная сумме центробежных сил и направленная радиально, а реактивный крутящий момент будет вдвое больше движущего момента. На корпус планетарного механизма вдоль траектории ножа также действует сила инерции ножа, тогда общая реакция будет равна

$$R_x = R_{x_{n.m.}} - F_{и.нож}; \quad R_y = R_{y_{n.m.}}; \quad R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}, \quad (8).$$

Литература

1. Бойко Л. И., Прибыльский В. И., Ракова Н. Л., Першукевич Н. П. // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. 2015. № 1. С. 87–94.
2. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. М., 1975.
3. Кленин Н. И., Киселев С. Н., Левшин А. Г. Сельскохозяйственные машины. М., 2008.