

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОПУТНОГО СПОСОБА ФРЕЗЕРОВАНИЯ КОРМОВ НА КАЧАЮЩАЯСЯ ШТАНГЕ

Сёмкин Н.И., к.т.н., доцент; Колоско Д.Н., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск

Представлены результаты моделирования влияния на показатель энергоёмкость процесса фрезерования основных параметров – радиусов фрезерного барабана и штанги, глубины фрезерования, скорости движения штанги и фрезерного барабана и их отношения – при попутном способе фрезерования на качающейся штанге.

Применение фрезерных барабанов и фрез распространено как в металлообработке, так и в сельском хозяйстве при измельчении кормов и рыхлении почв. Движение фрезерного барабана может производиться плоскопараллельным перемещением или с помощью качающейся штанги. В зависимости от направления движения способы фрезерования подразделяются на два типа:

1) встречный – при совпадении движения ножей с направлением поступательного движения;

2) попутный – при противоположном направлении движения ножей поступательному движению фрезы [1].

Процесс резания при встречном фрезеровании был исследован ранее [2, 3]. Рассмотрим случай при движении фрезерного барабана с помощью качающейся штанги при попутном способе фрезерования (рис. 1).

Аналогично случаю совпадения направлений движения ножей и штанги форма и размеры срезаемых стружек будут описываться радиус-векторами $\rho_1(t)$, $\rho_2(t)$ и $\rho_3(t)$, только угловая скорость ω_2 будет отрицательной.

$$\rho_1(t) = \sqrt{R^2 + r^2 + 2R \cdot r \cdot \cos(-\omega_2 t)}; \quad (1)$$

$$\rho_2(t) = \sqrt{R^2 + r^2 + 2R \cdot r \cdot \cos(-\omega_2 t - \beta)}; \quad (2)$$

$$\rho_3(t) = \sqrt{h^2 + (R+r)^2 - 2h \cdot (R+r) \cdot \cos \gamma_3(t)}, \quad (3)$$

где $\beta = \frac{2\pi}{z}$; z – количество ножей;

$$\gamma_3(t) = \phi_3(t) - \arcsin\left(\frac{h \cdot \sin \phi_3(t)}{R+r}\right); \quad \phi_3(t) = \phi_0 + \omega_1 t;$$

ϕ_0 – начальный угол положения штанги относительно оси x .

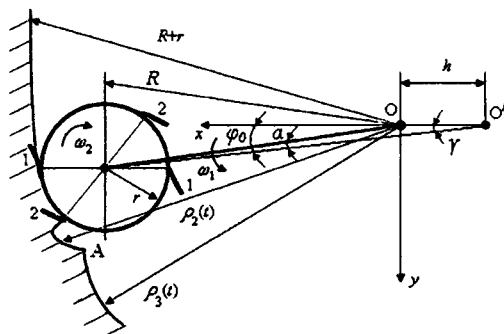


Рис. 1. Расчетная схема к определению траектории ножей качающейся штанги при попутном фрезеровании

Резание стружки ножом 1 начинается после прохода ножа 2 в точке А, когда траектория ножа 1 радиус-вектор $\rho_1(t)$ пересекается с траекторией движения радиус-вектора $\rho_3(t)$, а заканчивается в момент времени, когда радиус-вектор $\rho_2(t)$ пересечется с траекторией радиуса-вектора $\rho_1(t)$.

Приравняв выражения (1) и (3) и решив численным методом, относительно t_1 , определим время начала резания ножом 1. Приравняв выражения (2) и (3) и решив численным методом, относительно t_{n2} , определим время начала резания ножом 2.

Время окончания резания первым ножом t_{k1} и вторым ножом t_{k2} определяются из равенства выражений (1) и (3) при предварительном умножении на $\cos\varphi$ и $\sin\varphi$ углов поворота радиус-векторов $\rho_1(t)$ и $\rho_2(t)$.

Энергоемкость отделения стружки оцениваем показателем q_c , равным отношению длины пути резания L_c к площади ее сечения S_c :

$$q_c = \frac{L_c}{S_c}. \quad (4)$$

Длину дуги срезаемой стружки определяем по формуле:

$$L_c = \int_{t_{n1}}^{t_{n2}} \sqrt{a^2(t) \cdot \rho_1(t)^2 + \left[\frac{R \cdot r (-\omega_2) \sin(-\omega_2 t)}{\rho_1(t)} \right]^2} dt. \quad (5)$$

Площадь сечения срезаемой стружки S_c определяется путем нахождения площади трех криволинейных секторов $S_2=OBA$, $S_2'OCA$ и $S_3=OCB$ (рис. 2):

$$S_c = S_1 - S_2 - S_3. \quad (6)$$

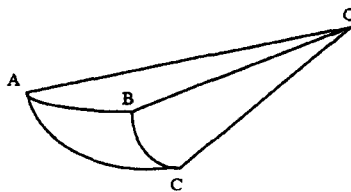


Рис. 2. Расчетная схема к определению размеров срезаемой стружки

Проанализируем влияние основных факторов процесса фрезерования – радиусов фрезерного барабана r и штанги R , угловых скоростей штанги ω_1 и фрезерного барабана ω_2 , глубины фрезерования h и соотношения скоростей барабана v_2 и перемещения фрезы v_1 , числа ножей на барабане z и угла поворота штанги φ_0 – на показатель энергоемкости отделения стружки q_c .

При фрезеровании стебельчатых кормов перечисленные параметры изменяются в пределах: скорость движения ножей $v_2=20...25$ м/с; скорость перемещения барабана $v_1=1...5$ м/мин; радиус барабана $r=0,2...0,3$ м; глубина фрезерования $h=0,15...0,25$ м; радиус штанги $R=4...5$ м; число ножей $z=2$.

Используя приведенные зависимости и пакет MathCAD, проведены расчеты для различных значений, перечисленных параметров. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчета влияния основных факторов на показатель энергоемкости q_c

Исходные данные	Варьируемый фактор	Значения варьируемого фактора	$\lambda = \frac{v_2}{v_1}$	q_c
$R=5$ м; $r=0,25$ м; $v_1=2$ м/мин; $v_2=25$ м/с; $h=0,25$ м; $\varphi_0=0^\circ$; $z=2$.	φ_0	0°	750	1488,04
		-50°	750	1714,29
		$+50^\circ$	750	1791,50
	R	5,0 м	750	1488,04
		2,5 м	750	1497,01
		7,5 м	750	1492,06
	R	0,25 м	750	1488,04
		0,15 м	750	2197,22
		0,45 м	750	1033,45
	v_1	2,0 м/мин	750	1488,04
		0,5 м/мин	3000	5949,715
		4,0 м/мин	375	744,37
	v_2	25 м/с	750	1488,04
		10 м/с	300	596,24
		40 м/с	120,2	2382,81
	h	0,25 м	750	1488,04
		0,1 м	750	3738,57
		0,4 м	750	1321,05
z	2	750	1488,04	
	4	750	2974,33	
	12	750	8918,89	

Выводы:

1. Применение моделирования позволяет расчетным путем математически выразить влияние основных параметров процесса фрезерования на показатель энергоемкости процесса и определить оптимальный вариант их соотношения.

2. При заданных исходных данных основных параметров – $R=5$ м; $r=0,25$ м; $v_1=2$ м/мин; $v_2=25$ м/с; $h=0,25$ м; $\varphi_0=0^\circ$ и $z=2$ – показатель энергоемкости равен 1490,72.

3. Значительное влияние на показатель q_C оказывают такие изменения основных факторов, как увеличение радиуса барабана r (при $r=0,45$ м – $q_C=1033,45$), уменьшение скорости вращения барабана v_2 (при $v_2=10$ м/с – $q_C=596,24$), увеличение глубины фрезерования h (при $h=0,4$ м – $q_C=1321,05$), увеличение скорости перемещения барабана v_1 (при $v_1=4$ м/мин – $q_C=744,37$).

Литература

1. Статистический анализ измельчения дернины фрезой / Нагорский И.С., Азаренко В.В., Клыбик В.К. // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. тем. сб. / РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси». – Мн., 2004. – Вып. 38. – С. 249-255.

2. Моделирование фрезерного барабана для выгрузки стебельчатых кормов / Нагорский И.С., Семкин Н.И., Романюк В., Колоско Д.Н. // Техника в сельском хозяйстве – Москва, 2002, № 2, С. 3-6.

3. Обоснование параметров барабана для выгрузки стебельчатых кормов / Нагорский И.С., Семкин Н.И., Колоско Д.Н. // Современные проблемы сельскохозяйственной механики: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика М.Е. Мацепуро / Минсельхозпрод РБ, Академия аграрных наук РБ, БелНИИМСХ – Минск, 1999, С. 37-44.

УДК 621.436:629.114.2.004

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИДКОСТНО-МАСЛЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Николаевич А.И., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Охлаждение смазочного масла в современных автотракторных и комбайновых двигателях в основном осуществляется с помощью воздушно-масляных радиаторов [1, 2]. В последние годы наметилась определенная тенденция к переходу от традиционных воздушно-масляных радиаторов