

Практична робота №4. Розрахунок зусилля різання й потужності електродвигуна дискових ножиців

За даними табл.1 розрахувати зусилля різання й потужності електродвигуна дискових ножиців

Приклад розрахунку

Вихідні дані:

1. Товщина листа, $h=2,9\text{мм}$;
2. Діаметр диска, $D=950\text{мм}$;
3. Марка стали смуги – сталь 20, $\sigma_B=420\text{МПа}$;
4. Діаметр підшипника диска, $d=245\text{мм}$;
5. Швидкість різання, $V=4,9\text{м/с}$.

1. Визначимо кут захвата металу диском

$$\cos \alpha_0 = 1 - \frac{h + \Delta}{2 \cdot R} = 1 - \frac{2,9 - 0,58}{2 \cdot 475} = 0,99756,$$

де $\Delta = 0,2 \cdot h$ - перекриття дискових ножів.

$$\alpha_0 = 4^\circ$$

2. Кут перекриття дискових ножів

$$\cos \gamma = 1 - \frac{\Delta}{2 \cdot R} = 1 - \frac{0,58}{2 \cdot 475} = 0,9994,$$

отже $\gamma = 2^\circ$

3. Зусилля різання однією парою дисків визначаємо як

$$P = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \frac{2 - \varepsilon_H}{4 \cdot \text{tg} \alpha} \cdot \varepsilon_H \cdot h^2 \cdot \sigma_B,$$

де $K_1 = 0,7$ - коефіцієнт, що враховує твердість розрізаної смуги;

$K_2 = 1,25$ - коефіцієнт, що враховує підвищення зусилля при притупленні ножів;

$K_3 = 1,15$ - коефіцієнт, що враховує підвищення зусилля при збільшенні бічного зазору між ножами при тривалому їхньому використанні;

$\varepsilon_H = 0,4$ - відносна глибина підрізу;

α - кут нахилу хорди різання ВС (див. мал4.1)

$$\alpha = \frac{\alpha_0 + \gamma}{2} = \frac{4^0 + 2^0}{2} = 3^0,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 3^0 = 0,0524;$$

σ_B - межа міцності стали 20.

$$P = 0,7 \cdot 1,25 \cdot 1,15 \cdot \frac{2 - 0,4}{4 \cdot 0,0524} \cdot 0,4 \cdot 2,9^2 \cdot 420 = 10,853 \text{кН}.$$

4. Крутний момент, необхідний для різання однією парою дисків

$$M_{PE3} = 2 \cdot a \cdot P,$$

де a - плече прикладення сили P :

$$a = R \cdot \sin \beta,$$

β - кут прикладення сили P :

$$\begin{aligned} \cos \beta &= 1 - \frac{h(1 - \varepsilon_H/2) + \Delta}{2 \cdot R} = 1 - \frac{2,9(1 - 0,4/2) + 0,58}{2 \cdot 475} = \\ &= 0,9969 \Rightarrow \beta = 4,51^0 \end{aligned}$$

$$\sin \beta = 0,0787$$

$$a = 0,475 \cdot 0,0787 = 0,0374 \text{м}.$$

$$M_{PI3} = 2 \cdot 0,0374 \cdot 10,853 = 0,81 \text{кН} \cdot \text{м}.$$

5. Момент тертя в опорах однієї пари дисків

$$M_{TP} = P \cdot \mu \cdot d,$$

де $\mu = 0,005$ - коефіцієнт тертя

$$M_{TP} = 10,853 \cdot 0,005 \cdot 0,245 = 0,0133 \text{кН} \cdot \text{м}.$$

6. Потужність електродвигуна для привода двох пар дисків

$$N = k \cdot n \cdot (M_{PI3} + M_{TP}) \cdot \omega_H / \eta,$$

де k - коефіцієнт, що враховує втрати потужності на тертя дисків об розрізаний метал, що;

n - кількість пар дисків ($n = 2$);

η - ККД привода ($\eta = 0,95$);

ω_H - частота обертання дисків,

$$\omega_H = V / R = 4,9 / 0,475 = 10,3 \text{с}^{-1},$$

$$N = 1,2 \cdot 2 \cdot (0,81 + 0,0133) \cdot 10,3 / 0,95 = 21,42 \text{кВт}.$$

Вибираємо електродвигун серії 4А:

4А180S4УЗ: $N = 22 \text{кВт}$; $n = 1470 \text{мин}^{-1}$; $\lambda = 2,2$; $I_p = 0,19 \text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Редуктор Ц2 – 350: $N = 27 \text{кВт}$; $i = 15,3$; $n = 1500 \text{мин}^{-1}$.

Шестеренну кліть із передаточним числом $i = 1$.

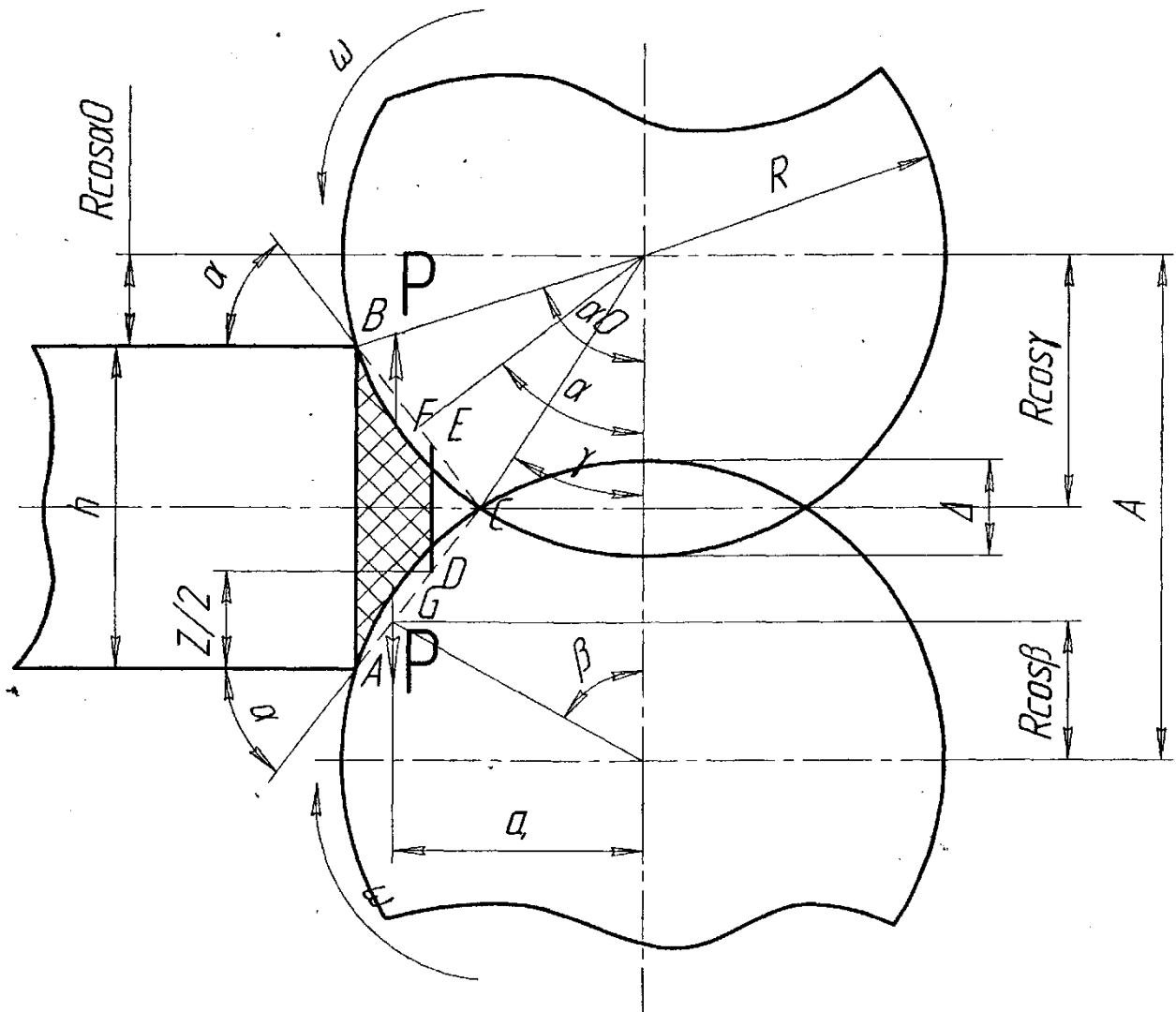


Рисунок 1 Схема різання металу дисковими ножами

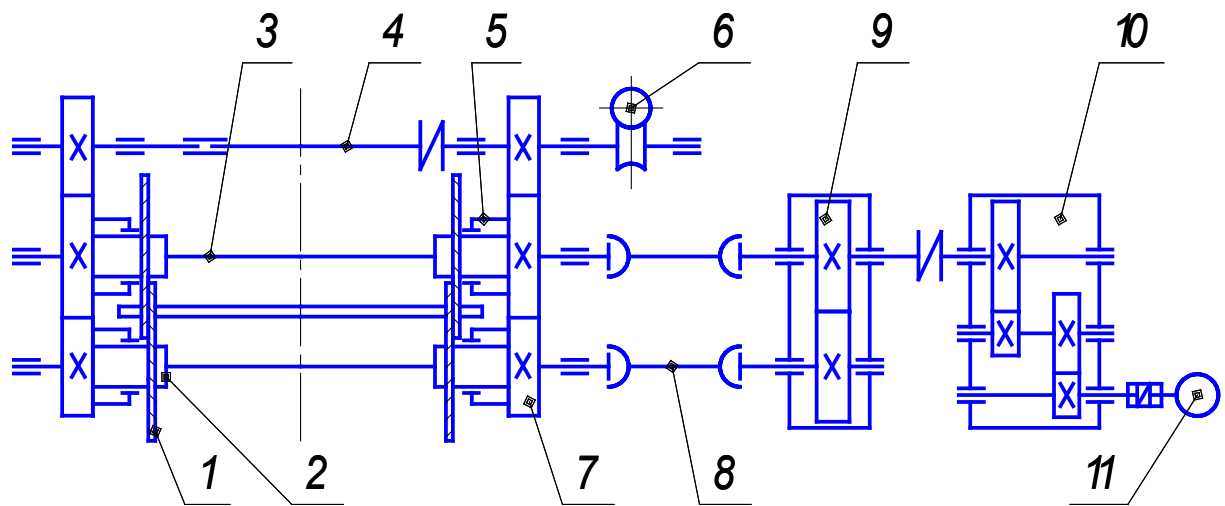


Рисунок 2 - Кінематична схема привода дискових ножиць:

1- дискові ножі; 2 - оправлення для ножа; 3 - проміжний вал; 4 - вал синхронізуючий; 5 - ексцентрикові втулки; 6 - черв'ячний редуктор; 7 - шестірни; 8 - шпинделі; 9 - шестеренна кліть; 10 - редуктор; 11 - електродвигун.

Таблиця 1 Вихідні дані для розрахунку

№ п / п	Назва показника	Номер варіанта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Товщина листа, h мм	2, 0	2, 5	3, 0	1, 8	2, 2	2, 9	1, 5	1, 6	2, 4	3, 0	3, 2	3, 5	2, 8	3, 0	2, 9
2	Діаметр диска, мм	9 0 0	8 6 0	95 0	85 0	86 0	95 0	80 0	80 0	87 0	10 00	11 00	11 50	95 0	98 0	10 00
3	Марка стали смуги	Сталь 20														
4	Діаметр підшипника диска, мм	2 1 0	2 2 5	25 0	24 0	23 0	24 5	20 0	21 0	21 5	24 5	26 5	28 0	23 0	25 0	24 5
5	Швидкість різання, м/с	6, 0	6, 5	4, 8	8, 0	8, 2	4, 9	7, 6	7, 5	7, 8	5, 0	4, 5	4, 7	6, 2	6, 3	5, 4
Продовження таблиці 1																
№ п / п	Назва показника	Номер варіанта														
		1 6	1 7	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Товщина листа, h мм	2, 5	2, 6	2, 7	1, 9	2, 3	3, 1	3, 3	3, 0	2, 0	2, 6	2, 4	2, 8	2, 9	3, 2	3, 0
2	Діаметр диска, мм	8 5 0	8 7 0	90 0	80 0	87 0	98 0	10 50	10 00	80 0	85 0	88 0	98 0	10 00	11 00	10 00
3	Марка стали смуги	Сталь 20														
4	Діаметр підшипника диска, мм	2 2 0	2 2 5	22 5	21 5	22 0	24 5	25 5	25 0	22 0	23 0	22 0	23 0	24 5	25 5	25 0
5	Швидкість різання, м/с	10 0	9, 0	9, 0	9, 8	9, 0	5, 1	5, 3	9, 2	9, 4	9, 6	9, 7	4, 9	5, 0	5, 2	5, 0