УДК 631.358:633.521

© І.М. Дударєв, к.т.н.
Луцький національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА ЛЛЯНОГО ВОРОХУ

У статті представлено результати теоретичних досліджень з визначення енергетичних параметрів коливально-розтягувального сепаратора лляного вороху.

СЕПАРАТОР, ЛЛЯНИЙ ВОРОХ, ПАРАМЕТРИ, ПОТУЖНІСТЬ.

Постановка проблеми. В залежності від складу лляного вороху, його властивостей та необхідної глибини переробки застосовують той чи інший спосіб сепарації, вибирають засоби для його реалізації та здійснюють їх налагодження, підбираючи раціональні режими роботи. Для відокремлення плутанини з лляного вороху доцільно використовувати сепаратори, що здійснюють розтягування шару вороху та його розпушування шляхом підкидання або надання коливних рухів. Це дозволяє відокремити з лляного вороху вільне насіння та вільні насіннєві коробочки без пошкодження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням процесу сепарації лляного вороху присвячені роботи таких науковців як Ю.И. Боярчук, В.Ф. Дідух, А.Ф. Єругін, В.І. Зєлєнко, С.А. Катчєнков, Р.В. Кірчук, М.М. Ковальов, В.Е. Круглєня, Д.Ю. Лачуга, В.Б. Мєлєгов, А.В. Сотчєнков, І.В. Тараймович та інші. Науковцями досліджено фізико-механічні властивості лляного вороху та його складових, обґрунтовано енергоощадні способи сепарації та запропоновано низку конструкцій сепараторів. Разом з тим, запропонована конструкція сепаратора потребує подальших досліджень з метою обґрунтування його енергетичних параметрів.

Мета дослідження – визначення енергетичних параметрів сепаратора лляного вороху.

Результати дослідження. Дослідимо рух днища з похилим решетом сепаратора лляного вороху (рис. 1). Для цього скористаємося рівнянням Лагранжа другого роду. Днище сепаратора, що жорстко з'єднане з похилим решетом, приводиться в рух чотирма однаковими кривошипно-шатунними механізмами, кривошипи яких синхронно обертаються від обертальних моментів M_o (рис. 2, а). Приймаємо, що лляний ворох та насіннєвий ворох льону розподілені рівномірно, відповідно, по поверхні днища сепаратора та похилого решета. В

межах одного оберту кривошипів можна прийняти, що лляний ворох та насіннєвий ворох льону нерухомі на поверхнях днища та решета і їх маси сталі. Тертям у шарнірах та усіма силами опору знехтуємо. Система, що розглядається, має один ступінь вільності. За узагальнену координату візьмемо кут повороту φ кривошипа OA, тоді рівняння Лагранжа другого роду для узагальненої координати φ:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}}\right)-\frac{\partial T}{\partial \varphi}=Q_{\varphi}, \qquad (1)$$

де T – кінетична енергія системи, Дж; $\dot{\varphi}$ – кутова швидкість обертання кривошипа OA, рад/с; Q_{φ} – узагальнена сила, Н·м.

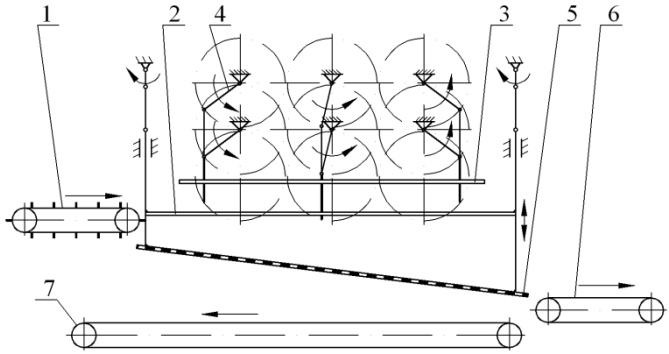


Рис. 1 – Коливально-розтягувальний сепаратор лляного вороху: 1 – подавальний транспортер; 2 – днище; 3 – кришка; 4 – розтягувальна секція; 5 – похиле решето; 6 – вивантажувальний транспортер плутанини; 7 – транспортер насіннєвого вороху льону

Кінетична енергія системи визначається:

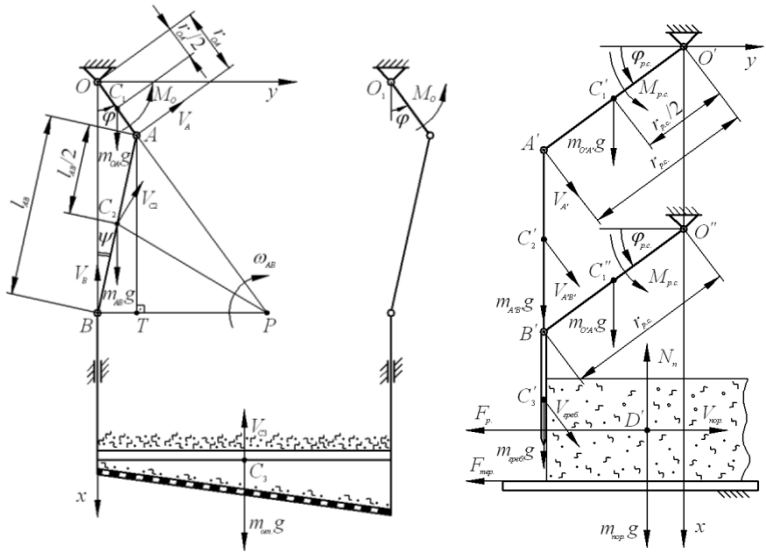
$$T=4T_1+4T_2+T_3, \qquad (2)$$

де T_1 – кінетична енергія кривошипа OA, Дж; T_2 – кінетична енергія шатуна AB, Дж; T_3 – кінетична енергія днища та решета сепаратора разом з ворохом, що розміщений на них, Дж.

Кінетична енергія кривошипа OA [1, 2]:

$$T_1=\frac{J_{OA}\dot{\varphi}^2}{2}=\frac{m_{OA}r_{OA}^2\dot{\varphi}^2}{6}, \qquad (3)$$

де J_{OA} – момент інерції кривошипа OA [1], кг·м^2; m_{OA} – маса кривошипа OA, кг; r_{OA} – довжина кривошипа OA, м.



а б

Рис. 2 – Розрахункові схеми: а – днища з похилим решетом сепаратора; б – розтягувальної секції сепаратора

Кінетична енергія шатуна AB [1, 2]:

$$T_2 = \frac{m_{AB}V_{C2}^2}{2} + \frac{J_{C2}\omega_{AB}^2}{2}, \qquad (4)$$

де m_{AB} – маса шатуна AB, кг; V_{C2} – швидкість центра мас шатуна AB, що розміщений у точці C_2, м/с; $J_{C2} = \frac{m_{AB}l_{AB}^2}{12}$ – момент інерції шатуна AB [1], кг·м^2; l_{AB} – довжина шатуна AB, м; ω_{AB} – кутова швидкість шатуна AB, рад/с.

Визначимо швидкість V_{C2} центра мас шатуна AB. Враховуючи, що $l_{AB} >> r_{OA}$, можна прийняти $\cos\psi \approx 1$ (де ψ – кут між шатуном AB та віссю x, град.), тоді переміщення та швидкість центра мас шатуна (точка C_2) в системі координат xOy:

$$\begin{cases} x_{C2} = r_{OA}\cos\varphi + \frac{l_{AB}}{2}\cos\psi \approx r_{OA}\cos\varphi + \frac{l_{AB}}{2}; \\ y_{C2} = \frac{r_{OA}}{2}\sin\varphi; \end{cases} \quad \begin{cases} \dot{x}_{C2} = -r_{OA}\dot{\varphi}\sin\varphi; \\ \dot{y}_{C2} = \frac{r_{OA}\dot{\varphi}}{2}\cos\varphi. \end{cases} \qquad (5)$$

Таким чином, з врахуванням рівнянь (5), отримаємо:

$$V_{C2} = \sqrt{\dot{x}_{C2}^2 + \dot{y}_{C2}^2} = \sqrt{r_{OA}^2 \dot{\varphi}^2 \left(\sin^2 \varphi + \frac{\cos^2 \varphi}{4} \right)}. \qquad (6)$$

Визначимо кутову швидкість ω_{AB} шатуна AB:

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP} = \frac{r_{OA} \dot{\varphi} \cos\varphi}{l_{AB}}, \qquad (7)$$

де $V_A = r_{OA}\dot{\varphi}$ – швидкість точки A шатуна AB, м/с; $AP = \frac{AB \cdot \cos\psi}{\cos\varphi} = \frac{l_{AB}}{\cos\varphi}$ – відстань від точки A до миттєвого центра швидкостей P, м.

Після підстановки формул (6) та (7) у вираз (4), матимемо:

$$T_2 = \frac{m_{AB} r_{OA}^2 \dot{\varphi}^2}{6} (1 + 2\sin^2 \varphi). \qquad (8)$$

Кінетична енергія днища та решета з ворохом:

$$T_3 = m_{сеп.} V_{C3}^2 / 2, \qquad (9)$$

де $m_{сеп} = m_1 + m_2 + m_3$ – маса днища та решета сепаратора з ворохом, кг; m_1 – маса днища та решета, кг; m_2 – маса лляного вороху, що знаходиться на днищі, кг; m_3 – маса насіннєвого вороху льону, що знаходиться на решеті сепаратора, кг; V_{C3} – швидкість центра мас днища та решета сепаратора разом з ворохом, м/с.

Оскільки $V_{C3} = V_B$ (де V_B – швидкість точки B шатуна AB, м/с), причому $V_B = V_A \frac{BP}{AP} = r_{OA}\dot{\varphi}\left(\frac{r_{OA}\cos\varphi}{l_{AB}} + 1 \right)\sin\varphi$, тоді матимемо:

$$T_3 = \frac{m_{сеп} r_{OA}^2 \dot{\varphi}^2 \sin^2 \varphi}{2} \left(1 + \frac{r_{OA}\cos\varphi}{l_{AB}} \right)^2. \qquad (10)$$

Таким чином, кінетична енергія системи:

$$T = r_{OA}^2 \dot{\varphi}^2 \left(\frac{2}{3}\left(m_{OA} + m_{AB}(1 + 2\sin^2 \varphi) \right) + \right.$$

$$\left. + \frac{m_{сеп.}}{2} \left(\sin^2 \varphi + \frac{r_{OA} \sin 2\varphi}{l_{AB}} \left(\sin\varphi + \frac{r_{OA} \sin 2\varphi}{4 l_{AB}} \right) \right) \right). \qquad (11)$$

Визначимо узагальнену силу Q_φ, для цього складемо вираз елементарної роботи активних сил:

$$\delta A = 4M_O\delta\varphi - 2r_{OA}m_{OA}g\sin\varphi\delta\varphi - 2r_{OA}m_{AB}g\sin\varphi\delta\varphi - r_{OA}m_{cen}g\sin\varphi\delta\varphi\ . \quad (12)$$

Узагальнену силу отримаємо з виразу (12):

$$Q_\varphi = 4M_O - (2(m_{OA} + m_{AB}) + m_{cen})r_{OA}g\sin\varphi\,. \quad (13)$$

Обчислимо частинні похідні від кінетичної енергії системи за узагальненою швидкістю та узагальненою координатою:

$$\frac{\partial T}{\partial\dot\varphi} = r_{OA}^2\dot\varphi\left(\frac{4}{3}\left(m_{OA} + m_{AB}(1+2\sin^2\varphi)\right) + \right.$$

$$\left. + m_{cen.}\left(\sin^2\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\phi}{l_{AB}}\varphi\left(\sin\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi}{4l_{AB}}\right)\right)\right), \quad (14)$$

$$\frac{\partial T}{\partial\varphi} = \left(\left(\frac{8}{3}m_{AB} + m_{cen}\right)\cos\varphi + \frac{m_{cen}r_{OA}}{l_{AB}}\left(\cos 2\varphi + \cos^2\varphi\right)\right)r_{OA}^2\dot\varphi^2\sin\varphi\,. \quad (15)$$

Візьмемо похідну від виразу (14) за часом:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial\dot\varphi}\right) = r_{OA}^2\ddot\varphi\left(\frac{4}{3}\left(m_{OA} + m_{AB}(1+2\sin^2\varphi)\right) + \right.$$

$$\left. + m_{cen.}\left(\sin^2\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi}{l_{AB}}\left(\sin\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi}{4l_{AB}}\right)\right)\right) +$$

$$+ r_{OA}^2\dot\varphi^2\left(\left(\frac{8}{3}m_{AB} + m_{cen.}\right)\sin 2\varphi + \frac{m_{cen.}r_{OA}}{l_{AB}}(2\sin\varphi\cos 2\varphi + \cos\varphi\sin 2\varphi + \right.$$

$$\left. + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi\cos 2\varphi}{l_{AB}})\right). \quad (16)$$

Підставляючи вирази (13) – (16) у рівняння Лагранжа другого роду (1), отримаємо диференціальне рівняння руху днища та решета сепаратора з ворохом:

$$r_{OA}^2\ddot\varphi(\frac{4}{3}(m_{OA} + m_{AB}(1+2\sin^2\varphi)) +$$

$$+ m_{cen.}(\sin^2\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi}{l_{AB}}(\sin\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi}{4l_{AB}}))) +$$

$$+ r_{OA}^2\dot\varphi^2(\frac{1}{2}(\frac{8}{3}m_{AB} + m_{cen.})\sin 2\varphi + \frac{m_{cen.}r_{OA}}{l_{AB}}(\sin 3\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi\cos 2\varphi}{l_{AB}} -$$

$$- \sin\phi\cos^2\varphi)) = 4M_O - (2(m_{OA} + m_{AB}) + m_{cen.})r_{OA}g\sin\varphi. \quad (17)$$

Оскільки обертання кривошипів відбувається зі сталою кутовою швидкістю $\dot\varphi = \omega_{OA} = const$, тоді прискорення кривошипів

буде $\ddot{\varphi} = 0$. З врахуванням зазначеного з рівняння (17) можна визначити обертальний момент, що прикладений до кривошипа:

$$M_O = \frac{r_{OA}^2 \omega_{OA}^2}{4}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{8}{3} m_{AB} + m_{cen.}\right)\sin 2\varphi + \right.$$
$$+ \frac{m_{cen.} r_{OA}}{l_{AB}}\left(\sin 3\varphi + \frac{r_{OA}\sin 2\varphi \cos 2\varphi}{l_{AB}} - \right.$$
$$\left.\left. - \sin\varphi \cos^2\varphi\right)\right) + \frac{\left(2\left(m_{OA} + m_{AB}\right) + m_{cen.}\right) r_{OA} g \sin\varphi}{4}. \qquad (18)$$

Затрати потужності N_{cen1} (Вт) на привод днища та решета сепаратора з ворохом складають:

$$N_{cen1} = 4 M_O \omega_{OA}. \qquad (19)$$

За допомогою функції Maximize у системі комп'ютерної математики MathCAD, використовуючи залежності (18) та (19) встановлено, що найбільше значення моменту M_O = 4,08 Н·м досягається при куті повороту кривошипа φ = 1,141 рад. Саме при цьому значенні кута φ затрати потужності на привод днища та решета сепаратора з ворохом будуть максимальними N_{cen1} = 244,6 Вт.

Визначимо затрати енергії на привод однієї гребінки розтягувальної секції коливально-розтягувального сепаратора. Для цього складемо рівняння Лагранжа другого роду. Привод гребінки з пальцями розтягувальної секції здійснюється від чотирьох кривошипів (рис. 2, б), що мають однакову довжину $r_{p.c.}$ і масу та синхронно обертаються від обертальних моментів $M_{p.c.}$. Кінці кривошипів попарно з'єднані шатунами, до яких жорстко прикріплена гребінка з пальцями. Пальці гребінки входять в шар лляного вороху при куті повороту кривошипів $\varphi_{p.c.} = 0$. Приймаємо, що саме з цього моменту розпочинається переміщення порції лляного вороху, яка перед гребінкою, днищем сепаратора і завершується при виході пальців з шару матеріалу, що відбувається при куті повороту кривошипів $\varphi_{p.c.} = \pi$. Також приймемо, що порція лляного вороху, яка перед гребінкою, не розтягується і не стискається та зберігаючи однакову рівномірно розподілену за об'ємом масу (оскільки маса відокремленого насіннєвого вороху незначна у порівнянні з масою плутанини) переміщується пальцями нерухомим днищем (знехтуємо коливним рухом днища внаслідок невеликої амплітуди коливань). Крім

того, пальці гребінки долають силу опору розтягу $F_{p.}$ шару лляного вороху. Приймаємо, що сила $F_{p.}$ залишається сталою вздовж робочої зони розтягувальної секції, а її значення рівне найбільшому значенню на початку розтягування шару вороху. Тертям у шарнірах та між пальцями і шаром вороху знехтуємо. Система, що розглядається (розтягувальна секція – порція лляного вороху), має один ступінь вільності. За узагальнену координату візьмемо кут повороту $\varphi_{p.c.}$ кривошипа $O'A'$. Рівняння Лагранжа другого роду для узагальненої координати $\varphi_{p.c.}$ матиме вигляд:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_{p.c.}}{\partial \dot{\varphi}_{p.c.}}\right) - \frac{\partial T_{p.c.}}{\partial \varphi_{p.c.}} = Q_{\varphi_{p.c.}}, \tag{20}$$

де $T_{p.c.}$ – кінетична енергія системи, Дж; $Q_{\varphi_{p.c.}}$ – узагальнена сила, Н·м; $\dot{\varphi}_{p.c.}$ – кутова швидкість обертання кривошипа $O'A'$, рад/с.

Кінетична енергія системи визначається:

$$T_{p.c.} = 4T_{1p.c.} + 2T_{2p.c.} + T_{3p.c.} + T_{4p.c.}, \tag{21}$$

де $T_{1p.c.}$ – кінетична енергія кривошипа $O'A'$, Дж; $T_{2p.c.}$ – кінетична енергія шатуна $A'B'$, Дж; $T_{3p.c.}$ – кінетична енергія гребінки з пальцями, Дж; $T_{4p.c.}$ – кінетична енергія порції лляного вороху, яка перед гребінкою, Дж.

Кінетична енергія кривошипа $O'A'$ [1, 2]:

$$T_{1p.c.} = \frac{J_{O'A'}\dot{\varphi}^2_{p.c.}}{2} = \frac{m_{O'A'}r^2_{p.c.}\dot{\varphi}^2_{p.c.}}{6}, \tag{22}$$

де $J_{O'A'} = \frac{m_{O'A'}r^2_{p.c.}}{3}$ – момент інерції кривошипа $O'A'$ відносно осі обертання [1], кг·м^2; $m_{O'A'}$ – маса кривошипа $O'A'$, кг; $r_{p.c.}$ – довжина кривошипа $O'A'$, м.

Кінетична енергія шатуна $A'B'$:

$$T_{2p.c.} = \frac{m_{A'B'}V^2_{A'B'}}{2} = \frac{m_{A'B'}r^2_{p.c.}\dot{\varphi}^2_{p.c.}}{2}, \tag{23}$$

де $m_{A'B'}$ – маса шатуна $A'B'$, кг; $V_{A'B'}$ – швидкість центра мас шатуна $A'B'$, що розміщений у точці C_2' ($V_{A'B'} = V_{A'} = r_{p.c.}\dot{\varphi}_{p.c.}$), м/с; $V_{A'}$ – швидкість точки A' кривошипа $O'A'$, м/с.

Кінетична енергія гребінки з пальцями:

$$T_{3p.c.} = \frac{m_{греб.} V_{греб.}^2}{2} = \frac{m_{греб.} r_{p.c.}^2 \dot{\varphi}_{p.c.}^2}{2}, \qquad (24)$$

де $m_{греб.}$ – маса гребінки з пальцями, кг; $V_{греб.}$ – швидкість центра мас гребінки з пальцями ($V_{греб.} = V_{A'B'} = r_{p.c.}\dot{\varphi}_{p.c.}$), м/с.

Кінетична енергія порції лляного вороху, яка перед гребінкою:

$$T_{4p.c.} = \frac{m_{пор.} V_{пор.}^2}{2} = \frac{m_{пор.} r_{p.c.}^2 \dot{\varphi}_{p.c.}^2 \sin^2 \varphi_{p.c.}}{2}, \qquad (25)$$

де $m_{пор.}$ – маса порції лляного вороху, яка перед гребінкою, кг; $V_{пор.}$ – швидкість порції лляного вороху ($V_{пор.} = V_{греб.} \sin \varphi_{p.c.}$), м/с.

Кінетична енергії розглядуваної системи:

$$T_{p.c.} = r_{p.c.}^2 \dot{\varphi}_{p.c.}^2 \left(\frac{2}{3} m_{O'A'} + m_{A'B'} + \frac{1}{2}\left(m_{греб.} + m_{пор.} \sin^2 \varphi_{p.c.} \right) \right). \qquad (26)$$

Визначимо узагальнену силу $Q_{\varphi_{p.c.}}$, для цього складемо вираз елементарної роботи активних сил:

$$\delta A_{p.c.} = 4M_{p.c.}\delta\varphi_{p.c.} + (2(m_{O'A'} + m_{A'B'}) + m_{греб.}) g r_{p.c.} \cos\varphi_{p.c.} \delta\varphi_{p.c.} - $$
$$-(f_n N_n + F_{p.}) r_{p.c.} \sin\varphi_{p.c.} \delta\varphi_{p.c.}. \qquad (27)$$

де $F_{тер.} = f_n N_n$ – сила тертя порції лляного вороху поверхнею днища сепаратора, Н; N_n – нормальна реакція поверхні днища, Н; $F_{p.}$ – сила опору розтягу шару лляного вороху, Н; f_n – коефіцієнт тертя лляного вороху по поверхні днища.

Елементарна робота сил $m_{пор.} g$ та N_n дорівнює нулю, оскільки сили перпендикулярні до можливого переміщення порції вороху.

Узагальнену силу отримаємо з виразу (27):

$$Q_{\phi_{p.c.}} = 4M_{p.c.} + (2(m_{O'A'} + m_{A'B'}) + m_{греб.}) g r_{p.c.} \cos\varphi_{p.c.} -$$
$$-(f_n N_n + F_{p.}) r_{p.c.} \sin\varphi_{p.c.}. \qquad (28)$$

Обчислимо частинні похідні від кінетичної енергії системи за узагальненою швидкістю та узагальненою координатою:

$$\frac{\partial T_{p.c.}}{\partial \dot{\varphi}_{p.c.}} = r_{p.c.}^2 \dot{\varphi}_{p.c.} \left(2\left(\frac{2}{3} m_{O'A'} + m_{A'B'} \right) + m_{греб.} + m_{пор.} \sin^2 \varphi_{p.c.} \right), \qquad (29)$$

$$\frac{\partial T_{p.c.}}{\partial \varphi_{p.c.}} = \frac{1}{2} m_{пор.} r_{p.c.}^2 \dot{\varphi}_{p.c.}^2 \sin 2\varphi_{p.c.}. \qquad (30)$$

Візьмемо похідну від виразу (29) по часу:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_{p.c.}}{\partial \dot{\varphi}_{p.c.}}\right) = r_{p.c.}^2 \ddot{\varphi}_{p.c.}\left(2\left(\frac{2}{3}m_{O'A'} + m_{A'B'}\right) + m_{греб.} + m_{пор.}\sin^2\varphi_{p.c.}\right) +$$

$$+ m_{пор.} r_{p.c.}^2 \dot{\varphi}_{p.c.}^2 \sin 2\varphi_{p.c.}. \quad (31)$$

Підставляючи вирази (28) – (31) у рівняння Лагранжа другого роду (20), отримаємо диференціальне рівняння руху системи:

$$r_{p.c.}^2 \ddot{\varphi}_{p.c.}\left(2\left(\frac{2}{3}m_{O'A'} + m_{A'B'}\right) + m_{греб.} + m_{пор.}\sin^2\varphi_{p.c.}\right) +$$

$$+1/2 \cdot m_{пор.} r_{p.c.}^2 \dot{\varphi}_{p.c.}^2 \sin 2\varphi_{p.c.} = 4M_{p.c.} +$$

$$+(2(m_{O'A'} + m_{A'B'}) + m_{греб.})gr_{p.c.}\cos\varphi_{p.c.} - (f_n N_n + F_{p.})r_{p.c.}\sin\varphi_{p.c.}. \quad (32)$$

Визначимо нормальну реакцію поверхні днища N_n:

$$N_n = m_{пор.} g\ . \quad (33)$$

Сила опору розтягу $F_{p.}$ лляного вороху [3]:

$$F_{p.} = f_p S_{пор.}\ , \quad (34)$$

де $f_{p.}$ – коефіцієнт, що встановлюється експериментальним шляхом і залежить від вологості лляного вороху та вмісту плутанини у ньому ($f_{p.}$=(6,7…9,3)·10^3 Н/м^2 [3]), Н/м^2; $S_{пор.}$ – площа поперечного перерізу шару (порції) лляного вороху, що розтягується, м^2.

Оскільки обертання кривошипів відбувається зі сталою кутовою швидкістю $\dot{\varphi}_{p.c.} = \omega_{O'A'} = const$, тоді прискорення кривошипів буде $\ddot{\varphi}_{p.c.} = 0$. З врахуванням зазначеного, а також виразів (33) і (34), з рівняння (32) можна визначити обертальний момент:

$$M_{p.c.} = \frac{m_{пор.} r_{p.c.}^2 \omega_{O'A'}^2 \sin 2\varphi_{p.c.}}{8} + \frac{r_{p.c.}}{4}((f_n m_{пор.} g + f_{p.} S_{пор.})\sin\varphi_{p.c.} -$$

$$-(2(m_{O'A'} + m_{A'B'}) + m_{греб.})g\cos\varphi_{p.c.}). \quad (35)$$

За допомогою функції Maximize у системі MathCAD використовуючи залежність (35) встановлено, що найбільше значення обертального моменту для першої розтягувальної секції $M_{p.c.1}$ = 101,65 Н·м досягається при куті повороту кривошипа $\varphi_{p.c.}$ = 1,687 рад., для другої секції – $M_{p.c.2}$ = 101,6 Н·м досягається при куті повороту

кривошипа $\varphi_{р.с.}$ = 1,683 рад., для третьої – $M_{р.с.3}$ = 101,51 Н·м досягається при куті повороту кривошипа $\varphi_{р.с.}$ = 1,675 рад.

Затрати потужності $N_{сеп2}$ (Вт) на привод трьох розтягувальних секцій сепаратора складають:

$$N_{сеп2} = 4(M_{р.с.1}\omega_{р.с.1} + M_{р.с.2}\omega_{р.с.2} + M_{р.с.3}\omega_{р.с.3}), \quad (36)$$

де $M_{р.с.1}$, $M_{р.с.2}$, $M_{р.с.3}$ – обертальні моменти, що прикладені до кривошипів, відповідно, першої, другої та третьої розтягувальних секцій сепаратора, які розраховуються за виразом (35), Н·м; $\omega_{р.с.1}$, $\omega_{р.с.2}$, $\omega_{р.с.3}$ – кутові швидкості обертання кривошипів, відповідно, першої, другої та третьої розтягувальних секцій сепаратора, рад./с.

Затрати потужності на привод трьох розтягувальних секцій, що розраховані за формулою (36), при найбільших значеннях обертальних моментів розтягувальних секцій $M_{р.с.1}$ = 101,65 Н·м, $M_{р.с.2}$ = 101,6 Н·м, $M_{р.с.3}$ = 101,51 Н·м будуть максимальними і, відповідно, складатимуть $N_{сеп2}$ = 5,46 кВт.

Загальна потужність $N_{сеп}$ (Вт), що необхідна для привода днища та трьох розтягувальних секцій сепаратора лляного вороху:

$$N_{сеп} = N_{сеп1} + N_{сеп2}. \quad (37)$$

Таким чином, загальна потужність, що необхідна для привода днища та трьох розтягувальних секцій сепаратора лляного вороху складе $N_{сеп}$ = 5,7 кВт.

Висновок. Отримані теоретичним шляхом залежності дозволяють визначити затрати потужності, що необхідна для привода днища та трьох розтягувальних секцій сепаратора лляного вороху.

Література

1. Бондаренко А.А. Теоретична механіка: підручник: У 2 ч. / А.А. Бондаренко, О.О. Дубінін, О.М. Переяславцев. – Ч. 2: Динаміка. – К.: Знання, 2004. – 590 с.

2. Павловський М.А. Теоретична механіка: підручник / М.А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.

3. Кірчук Р.В. Розробка сепаратора вороху льону: дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / Кірчук Руслан Васильович; Луцький держ. технічний ун-т. – Луцьк, 2001. – 198 с.

Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух