

УДК 66.063.8:51-74

І.І. Лучейко; Т.М. Вітенько, докт. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПУСКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ МІШАЛКИ В РАМКАХ ФЕНОМЕНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ

І.І. Lucheyko; T.M. Vitenko, Dr., Prof.

DETERMINING OF THE STARTING POWER OF STIRRER WITHIN THE PHENOMENOLOGICAL MODEL

Для апаратів із мішалками номінальну потужність привода N_{np} оцінюють за величиною робочої потужності N_p з урахуванням пускового періоду T_{II} : $\{N_{np} \geq k_{II}N_p / \eta, T_{II} \leq 12 \text{ с}\}$, де $k_{II} = 1 \dots 4$ – поправочний коефіцієнт; $\eta < 1$ – ККД.

Поправку k_{II} та закономірність зменшення потужності мішалки від пускової $N_{II} = N(\tau = 0)$ до робочої $N_p = N(\tau = T_{II})$ аналітично точно розрахувати неможливо. Тому певну цінність мають феноменологічні моделі зменшення в часі τ – внаслідок послаблення дії інерційної складової опору рідкого середовища – потужності N довільного пристрою з обертовим робочим органом: мішалки, відцентрової помпи, вентилятора.

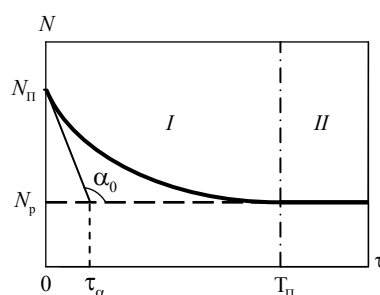


Рис. 1. Загальний характер зміни потужності $N(\tau)$ обертового пристрою від пускового (максимального) значення N_{II} до робочого (номінального) N_p . I – зона допустимої величини пускового періоду: $T_{II} \leq 12 \text{ с}$ (мішалка), $T_{II} \leq 15 \text{ с}$ (помпа); II – зона усталеного режиму обертання.

Як видно з рис. 1, система необхідних математичних умов, які фізично обґрунтовані, але не конкретизують форму кривої, мають вигляд [1]:

$$\begin{cases} \tau = 0, N = N_{II} \\ \tau = T_{II}, N = N_p \\ \tau \in (0, T_{II}), dN/d\tau < 0 \\ \tau = T_{II}, dN/d\tau = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де перші дві рівності очевидні; нерівність відображає плавний спадний характер $N(\tau)$ (без локальних екстремумів) на всьому проміжку часу $0 < \tau < T_{II}$; остання рівність є умовою спряження кривої в області I із відповідною прямою $N_p = \text{const}$ в області II .

Зрозуміло, що для конкретизації виду залежності $N(\tau)$ необхідно додаткові (достатні) умови, відображені в моделі (2) [2]

$$\varepsilon_N / \varepsilon_{II} = 1 - \left(\frac{2\bar{\tau}}{1 + \bar{\tau}^2} \right)^\chi \Rightarrow \varepsilon_{II} = \varepsilon_N(\bar{\tau} = 0), \quad (2)$$

де $\varepsilon_N = (N / N_p) - 1 \equiv \bar{N} - 1 \leq \varepsilon_{II}$ – відносне відхилення миттєвої потужності від робочої; $\varepsilon_{II} = \bar{N}_{II} - 1$ – відносна різниця N_{II} й N_p ; $\bar{N}(\tau \leq T_{II}) = N / N_p \geq 1$ – миттєва потужність в одиницях робочої; $\bar{\tau} = \tau / T_{II} \leq 1$ – час в одиницях T_{II} .

Характер зміни експериментальної залежності $\varepsilon_N^{\text{експ}}(\bar{\tau})$ задає область значень параметра $\chi < 1$ або $\chi \geq 1$, тобто в рамках даної моделі існують дві характерні області зміни $\bar{N}(\bar{\tau})$. При $\chi < 1$ має місце порівняно різке зменшення потужності (відповідає слабкому опору середовища), а при $\chi > 1$ – більш плавне (опір середовища – істотний). Значення $\chi = 1$ визначає умовну межу поділу областей.

Значення параметра може бути знайдено, використовуючи лінійну для $\bar{\tau} \ll 1$ анаморфозу моделі (2)

$$\lg |\varepsilon_N^{\text{експ}}(\bar{\tau}) / \varepsilon_{II} - 1| \equiv \lg \delta_\varepsilon = \chi \lg \frac{2\bar{\tau}}{1 + \bar{\tau}^2} \stackrel{[\bar{\tau} \ll 1]}{\approx} \chi \lg 2\bar{\tau}, \quad (3)$$

де $\delta_\varepsilon = |(\varepsilon_N^{\text{експ}} / \varepsilon_{II}) - 1|$ – модуль відносної різниці $\varepsilon_N^{\text{експ}}$ й $\varepsilon_{II} \equiv \varepsilon_{II}^{\text{розн}}$.

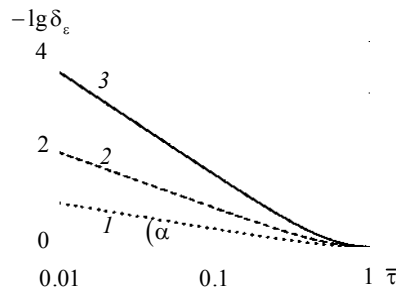


Рис. 2. Розрахункова залежність (3) $-\lg \delta_\varepsilon(\bar{\tau})$ при різних значеннях χ : 1 – $\chi = 0,5$; 2 – 1; 3 – $\chi = 2$

Як видно з (3) і рис. 2, параметр $\chi(\varepsilon_{II})$ розраховується за формулою

$$\chi = \text{tg} \alpha = \frac{\lg[\delta_\varepsilon(\bar{\tau}_2) / \delta_\varepsilon(\bar{\tau}_1)]}{\lg(\bar{\tau}_2 / \bar{\tau}_1)} \quad [\bar{\tau} \ll 1]. \quad (4)$$

При цьому початкова точка відліку $\tau \sim 0$, яка визначає значення параметра $\varepsilon_{II} = \varepsilon_N^{\text{експ}}(\bar{\tau} \rightarrow 0)$, в експериментальному аспекті – найбільш “слабка ланка”. Наприклад, за максимально-допустимої похибки $\delta_{\varepsilon \text{ max}}^{\text{доп}} = 10\%$ необхідно для порівняно невеликих значень $\chi = 0,3 \dots 0,7$ оперувати “незручними”, малими проміжками часу $\tau \sim 3 \dots 200$ мс ($T_{II} = 12$ с).

Література

1. Лучейко І.Д., Лучейко І.І. Необхідні фізико-математичні умови для побудови теоретичної моделі зміни потужності обертового пристрою в пусковий період // Всеукр. наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя: Тези доп. – Тернопіль, 2009. – С. 294.
2. Vitenko T.N., Lucheyko I.I. Phenomenological model of decrease power of mixer in start-up period // XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry, Vol. 1: Abstract. – Ekaterinburg, 2016. – P. 308.