

WSKAZÓWKI DO PRAKTYCZNEGO ZASTOSOWANIA NOWEJ UNIWERSALNEJ METODY
DOBORU I OCENY EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA MASZYN I APARATÓW

Henryk Popko

Zakład Maszyn Spożywczych Politechniki Lubelskiej

W artykule przedstawiono nową uniwersalną metodę doboru i oceny efektywności wykorzystania maszyn i aparatów. Sformułowano zasadę natężenia strumienia przenikania masy i energii. Wyprowadzono równania matematyczne umożliwiające optymalne korelacje pomiędzy podstawowymi parametrami maszyn i aparatów oraz parametrami realizowanych procesów. Sformułowano nową ogólną zasadę optymalizacji procesów oraz przedstawiono nową interpretację zasady konstrukcji spełnienia warunku funkcjonalności.

Wychodząc z powszechnie znanych określeń, że układem nazywa się zbiór wzajemnie powiązanych ciał, procesem zmianę stanu jakiegokolwiek układu, ciągły jego ruch i rozwój zachodzące w przyrodzie, laboratorium (fabryce) lub społeczeństwie, można wyciągnąć wniosek, że istotą każdego procesu jest przenikanie między ciałami układu biorącymi udział w procesie strumienia masy i energii.

Natężeniem (gęstością) strumienia przenikania masy i energii nazywa się ilość masy i energii przenikającą w jednostce czasu przez jednostkę powierzchni przenikania. Uniwersalną zasadę natężenia strumienia przenikania masy i energii można zdefiniować w następujący sposób. Natężenie strumienia przenikania masy i energii między ciałami układu, biorącymi udział w procesie, jest proporcjonalne do różnicy potencjałów wywołujących to przenikanie. Przedstawioną zasadę natężenia strumienia przenikania masy i energii można opisać uogólnionym kinetycznym równaniem intensywności przebiegu procesów w następującej postaci

$$\frac{d(m, E)}{Ad\tau} = \varphi(k_{\Delta V_{m,E}} \Delta V_{m,E}).$$

W niniejszej pracy zostaną rozpatrzone przypadki, gdy

$$\varphi(k_{\Delta V_{m,E}} \Delta V_{m,E}) = k \Delta V,$$

wówczas

$$\frac{d(m,E)}{A d\tau} = k \Delta V. \quad (1)$$

Różnica potencjałów ΔV , wywołująca przenikanie strumienia masy i energii, nosi nazwę uogólnionej siły napędowej procesu. Na podstawie kryterium uogólnionej siły napędowej procesy realizowane w przemyśle można podzielić na dwie podstawowe grupy: masowe, np. mechaniczne, hydrauliczne i dyfuzyjne oraz energetyczne, np. cieplne.

Wymagane przez realizowane procesy natężenie przepływu masy i energii przez maszynę lub aparat można opisać uogólnionym równaniem w postaci

$$\frac{d(m,E)}{d\tau} = A k \Delta V. \quad (2)$$

Za uniwersalne kryterium η_{em} doboru i oceny efektywności wykorzystania maszyn i aparatów celowe jest przyjęcie stosunku rzeczywistej wydajności maszyny i aparatu do wymaganego przez realizowane procesy natężenia przepływu przez dany aparat lub maszynę masy i energii. Przykładowo, wartość η_{em} dla maszyn i aparatów masowych o działaniu ciągłym można przedstawić przy pomocy wzoru w postaci

$$\eta_{em} = \frac{A_1 v q \eta_m}{n A k_m \Delta V_m}. \quad (3)$$

Dla maszyn i aparatów energetycznych o działaniu ciągłym

$$\eta_{em} = \frac{A_1 v q \eta_m q}{n A k_E \Delta V_E}. \quad (4)$$

Przy właściwie eksploatowanych maszynach i aparatach wartość współczynnika efektywności ich wykorzystania powinna zbliżać się do wartości jeden, tj. $\eta_{em} \approx 1$. Przy wartości η_{em} znacznie większej od jedności produkt jest niedostatecznie obrobiony, co najczęściej obniża jego własności, np. w procesie pasteryzacji przy $\eta_{em} \gg 1$ produkt nie jest dostatecznie przegrzany, a więc nie jest spełniony podstawowy warunek pasteryzacji, natomiast przy $\eta_{em} \ll 1$ produkt jest najczęściej obrobiony zbyt intensywnie, co również obniża jego własności, np. w procesie pasteryzacji przy wartości η_{em} znacznie mniejszej od jedności produkt jest przegrzany, z czego wynikają ujemne skutki, jak np. przypalenie produktu.

Właściwy dobór maszyn i aparatów do realizowanych procesów jest szczególnie istotny w przemyśle spożywczym, ze względu na wymagania jakościowe stawiane przez

produkty. Uwzględniając powszechnie znaną zależność $dE = edm$, po przekształceniu wzorów(3) i (4) równanie na określenie jednostkowej energii e zużywanej przez maszynę lub aparat na obróbkę jednostki produktu można przedstawić w następującej postaci:

maszyny i aparaty masowe

$$e = \frac{N \eta_e}{\eta_{em} A k_m \Delta V_m}, \quad (5)$$

maszyny i aparaty energetyczne

$$e = \frac{\eta_{em}^n A k_E \Delta V_E}{A_1 \nu \rho \eta_m}, \quad (6)$$

gdzie:

- A - pole powierzchni przenikania masy i energii,
- A_1 - pole powierzchni przekroju poprzecznego strumienia obrabianego produktu przemieszczanego przez organ roboczy maszyny lub aparatu,
- $d(m,E)$ - ilość masy i energii przeznaczony do obróbki w czasie dt ,
- e - energia jednostkowa,
- k_m, k_E - współczynniki przenikania masy i energii,
- N - moc pobierana przez maszynę lub aparat,
- n - krotność obróbki,
- η_{em} - współczynnik efektywności wykorzystania maszyn i aparatów,
- η_m, η_e - współczynniki sprawności masowej i energetycznej maszyn i aparatów,
- q - ciepło jednostkowe,
- ρ - gęstość obrabianego produktu,
- ν - prędkość przepływu obrabianego produktu przez organ maszyny lub aparatu.

Znajomość uniwersalnej metody doboru i oceny efektywności wykorzystania maszyn i aparatów umożliwia konstruktorowi ustalenie optymalnych wartości podstawowych parametrów maszyn i aparatów, np. powierzchni przenikania masy i energii, prędkości przepływu przez organ roboczy maszyny lub aparatu strumienia obrabianego produktu itp. oraz optymalnych wartości realizowanych procesów, np. czasu obróbki, krotności obróbki itp.

Przykładowo, na podstawie równania(3) wzór na określenie pola powierzchni przenikania masy można przedstawić w następującej postaci

$$A = \frac{A_1 \nu \rho \eta_m}{\eta_{em}^n k_m \Delta V_m}.$$

NOWA INTERPRETACJA ZASAD KONSTRUKCJI

W ostatnim okresie w Polsce opublikowano szereg prac dotyczących optymalizacji konstrukcji. W pracy [6] przedstawiono cztery podstawowe zasady konstrukcji; zasadę optymalnego stanu obciążenia, zasadę optymalnego tworzywa, zasadę optymalnej stateczności oraz zasadę optymalnych stosunków i wielkości związanych. W pracy [1] sformułowano dwie zasady ogólne i siedem szczególnych zasad konstrukcji. Zgodnie z pierwszą zasadą konstrukcja powinna spełniać wszystkie podstawowe warunki konstrukcyjne w stopniu nie gorszym od założonego. Zgodnie z drugą zasadą konstrukcja powinna być optymalna w danych warunkach ze względu na podstawowe kryterium optymalizacji. Przytoczono przykłady definicji zasad szczególnych, np. zasad spełnienia warunku funkcjonalności w stopniu nie gorszym od z góry założonego.

Zdaniem autora [2 - 5] maszyny i aparaty przeznaczone są do realizacji określonych procesów i na zasadzie sprzężenia zwrotnego w istotny sposób wpływają na realizowane procesy, wręcz stymulują ich przebieg. Zasadę funkcjonalności konstrukcji można zdefiniować w następujący sposób. Optymalna pod względem funkcjonalnym konstrukcja powinna zapewniać warunki stymulujące optymalny przebieg realizowanych procesów.

NOWA OGÓLNA ZASADA OPTYMALIZACJI PROCESÓW

W literaturze [7] powszechnie wyodrębnia się cztery ogólne zasady optymalizacji procesów, zasadę ciągłości procesu, zasadę przeciwprądu materiałowego i energetycznego, zasadę odnawiania powierzchni faz, zasadę stopniowego wykorzystania czynników cieplnych. Można wyodrębnić ogólną zasadę optymalizacji procesów, tzw. zasadę właściwego (optymalnego) doboru maszyn i aparatów, którą można zdefiniować w następujący sposób. Optymalnie prowadzony proces powinien być realizowany przy pomocy optymalnie dobranych maszyn, urządzeń i aparatów.

PIŚMIENICTWO

1. Osiński Z., Wróbel J.: Teoria konstrukcji. Warszawa 1977, s. 11-16.
2. Popko H.: Instytut Technologii i Eksploatacji Maszyn w służbie gospodarki narodowej. Lublin 1984, s. 83-93.
3. Popko H., Popko R.: Nowa uniwersalna metoda doboru i oceny efektywności wykorzystania maszyn i aparatów. Lublin 1984, s. 1-90 (praca w druku).
4. Popko H.: Maszyny przemysłu spożywczego. Przemysł mleczarski Lublin 1982, s. 15-18.
5. Popko H. i R.: Maszyny przemysłu spożywczego. Przemysł mięsny. Lublin 1983, s. 13-28.

Г. Попко

ОСНОВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО
МЕТОДА ПОДБОРА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИН И АППАРАТОВ

Р е з ю м е

В работе представлен новый универсальный метод подбора и оценки эффективности машин и аппаратов. Сформулирован закон проникания массы и энергии. Выведены математические уравнения, которые дают возможность установки оптимальной корреляции между основными параметрами машин и аппаратов и параметрами реализованных процессов. Сформулировано новое общее правило оптимализации процессов и представлено новое объяснение закона функциональности конструкции.

H. Popko

INSTRUCTIONS FOR PRACTICAL APPLICATION OF THE NEW UNIVERSAL METHOD
OF THE SELECTION OF MACHINES AND APPARATA AND EVALUATION OF EFFECTIVENESS
OF THEIR USE

S u m m a r y

In the article there has been shown a new universal method of the selection of machines and apparata as well as the evaluation of the effectiveness of their use. The principle of intensity of mass and energy penetration stream has been formulated. Mathematical equations have been introduced which enabled optimum correlations between basic parameters of machines and apparata on one hand and parameters of realized process on the other hand. A new general principle of process optimalization has been formulated and a new interpretation of construction principle connected with the functionability condition fulfillment has been presented.