УДК 621.91:530.1
Ю.В.Яровий
Одеський національний політехнічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ НАЙМЕНШОЇ ДІЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

Подано критерій вибору альтернативних методів обробки та оптимізації режимів різання, заснований на принципі найменшої дії. Дія технологічної системи представлена у вигляді цільової функції, яка прагне до мінімуму. Виконане математичне моделювання залежності дії технологічної системи від режимів різання.

Ключові слова: *принцип найменшої дії, технологічна система, оптимізація режимів різання.*

В сучасних умовах жорстка конкуренція на ринку металообробки вимагає більш детального вибору варіанта технологічного процесу або методу обробки. Для аналізу альтернативних методів обробки застосовуються різні критерії вибору. Широке застосування в машинобудуванні одержали техніко-економічні критерії, однак вони не завжди дають об'єктивну оцінку альтернативним варіантам методів обробки деталей машин. Тому необхідні додаткові критерії вибору варіантів технологічних процесів, які доповнювали б техніко-економічні.

У роботі [1] для дослідження біологічних, хімічних і соціальних систем пропонується використовувати один з варіаційних принципів механіки, а саме принцип найменшої дії. Цей же принцип використовується при виборі устаткування для переробки відходів мінеральної сировини [2].

Оскільки технологічна система э одною з механічних систем, вважаємо можливим також використовувати для неї принцип найменшої дії.

Дія технологічної системи для аналізу варіантів технологічних процесів (методів обробки) визначається в такий спосіб:

$$D = NT^2, \tag{1}$$

де N – потужність різання; T – основний час [3].

Аналіз цього виразу показує, що дія системи буде мінімальною у наступних випадках:

– потужність різання і основний час прагнуть до мінімуму (N → min, T → min);

– потужність різання прагне до максимуму, а основний час – до мінімуму (N → max, T → min).

Використання дії технологічної системи в якості критерію дозволяє виконувати вибір альтернативних методів обробки. Найбільш доцільним з методів обробки буде той метод, який забезпечує мінімальну дію технологічної системи.

Якщо представити потужність різання у вигляді залежності від швидкості різання, подачі і глибини різання, то вираз (1) зводиться до цільової функції D → min, яка залежить від режимів різання.

Потужність різання при формоутворенні поверхонь лезовим інструментом залежить від сили різання і швидкості різання:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = C_1 P_z v, \tag{2}$$

де P_z – тангенціальна складова сили різання; v – швидкість різання; C_1 – постійна.

Тангенціальна складова сили різання визначається за емпіричною формулою:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_P = C_2 t^x s^y v^n, \tag{3}$$

де t – глибина різання; s – подача; C_2 – постійна, яка залежить від матеріалу поверхні, що обробляється.

Поправочні коефіцієнти K_P, C_P, а також показники ступеня x, y, n наведені в довідковій літературі [4].

Отже, потужність різання при формоутворенні поверхонь лезовим інструментом:

$$N = C_1 C_2 t^x s^y v^n v = C_3 t^x s^y v^{n+1}. \tag{4}$$

© Ю.В.Яровий

Основний час:

$$T = \frac{\pi d L}{1000 vs} i = C_4 v^{-1} s^{-1}, \quad (5)$$

де L – довжина оброблюваної поверхні, із урахуванням величини різання та перебігу; i – кількість проходів; d – діаметр оброблюваної поверхні; C_4 – постійна, яка залежить від діаметра обробки, довжини поверхні, що обробляється і кількості проходів.

Остаточне формула для дії технологічної системи виглядає наступним образом:

$$D = C_5 t^x s^{y-2} v^{n-1}, \quad (6)$$

де C_5 – постійна, яка залежить від матеріалу, довжини оброблюваної поверхні, а також від діаметру обробки та кількості проходів.

Отриманий вираз має загальний вигляд для всіх видів токарної обробки. Користуючись їм, можна виконати оптимізацію параметрів режимів різання таким чином, щоб дія системи приймала мінімальне значення. Для рішення питання про оптимізацію режимів різання необхідно спочатку проаналізувати вплив швидкості різання, подачі і глибини різання на функцію дії технологічної системи.

Було виконане математичне моделювання залежності дії технологічної системи від режимів різання. Отриманий вираз для дії технологічної системи (6) для конструкційних сталей при обробці твердосплавним інструментом має такий вигляд:

$$D = 10,4 t^{1,0} s^{-1,25} v^{-1,15}. \quad (7)$$

Моделювання виконане для обробки стали 45 різальним інструментом із твердосплавною пластинкою Т15К6. За результатами математичного моделювання отримані теоретичні залежності дії технологічної системи від режимів різання. Найбільший вплив на дію технологічної системи має величина подачі (рис. 1). Збільшення подачі призводить до зростання потужності різання й зменшенню основного часу, що спричиняє зменшення величини дії технологічної системи.

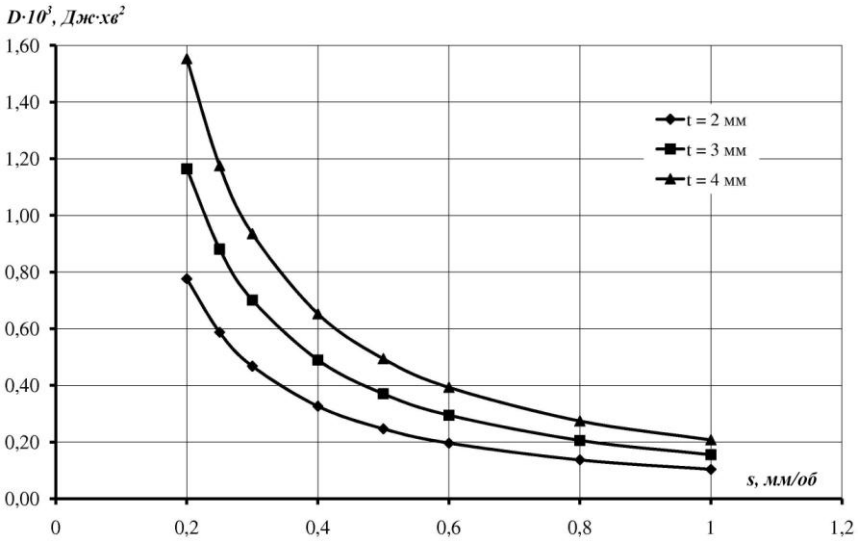

Рис. 1. Залежність дії технологічної системи від подачі

Залежність дії від глибини різання має лінійний характер, оскільки збільшення глибини різання приводить до зміни тільки потужності різання. Тому для досягнення мінімального значення дії технологічної системи необхідно виконувати обробку із максимально можливою глибиною різання і подачею (рис. 2).

Швидкість різання є досить важливим параметром оптимізації, оскільки впливає на потужність різання і на трудомісткість обробки. Аналіз отриманих залежностей показує, що дія технологічної системи прагне до мінімуму при високих швидкостях різання (рис. 3) .

© Ю.В.Яровий

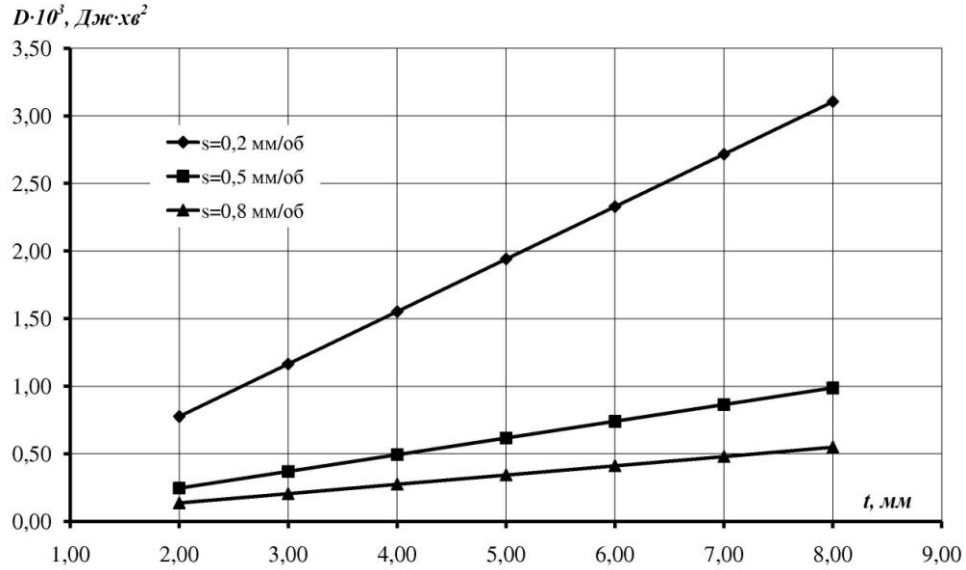

Рис. 2. Залежність дії технологічної системи від глибини різання

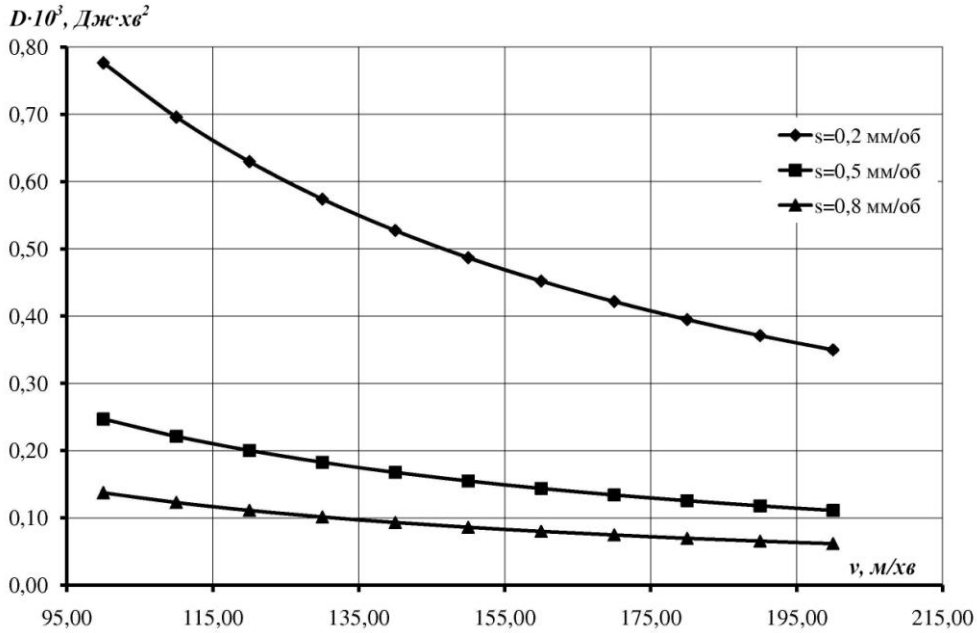

Рис. 3. Залежність дії технологічної системи від швидкості різання

Отже, для досягнення мінімальної дії технологічної системи необхідно виконувати обробку з гранично припустимою глибиною різання і подачею, а також на високих швидкостях різання.

На основі запропонованого критерію можна виконувати не тільки оптимізацію режимів різання для кожного етапу обробки деталей машин, але і проектування перспективних технологічних процесів.

1. Горелов А.П., Савченко Р.Г. О физических принципах развития //Вопросы кибернетики. Вып. 32. Энергетический подход к исследованию систем /Под ред. Б.В. Бирюкова и В.А. Веникова М.: Наука, 1977. С. 90–102.
2. Вэньчже Ян. Применение принципа наименьшего действия при выборе оборудования для переработки отходов минерального сырья / Вестник машиностроителя, 2002, № 9 – с. 79-80.
3. Яровой Ю.В. Применение принципа наименьшего действия в технологии машиностроения //Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: Материалы научно-технической конференции 30 сентября – 1 октября 2008 г., г. Одесса. – Киев: АТМ Украины 2008. С. 115–116.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 /Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение-1, 2001. – 944 с.

© *Ю.В.Яровий*