УДК 621.9

Ковальов В.Д., докт. техн. наук, професор
kovalov.viktor@gmail.com
Клименко Г.П., докт. техн. наук, професор
Васильченко Я.В., докт. техн. наук, професор
Чуйко В.В. аспірант
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ wasilchenko.ua@gmail.com

ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВАЖКИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ІНДЕКСУ

У важкому машинобудуванні, де застосовуються великогабаритні токарні верстати з високою енергетичною потужністю (до 200 кВт і більше), оптимізація споживання енергії набуває стратегічного значення. Традиційна оцінка споживання електроенергії часто не охоплює повної картини втрат, зокрема втрат, пов'язаних із охолодженням, гідросистемами, пневматикою та витяжною вентиляцією. Саме тому запропонована методика комплексного обліку показників енергоефективності дозволяє об'єктивно оцінити й оптимізувати роботу таких верстатів. Оцінювання виконується на трьох рівнях:

1. Визначається доцільність використання енергії на рівні компонентів (шпиндель, привод подач, гідростатика, пульт оператора тощо).
2. Визначається ефективність перетворення енергії для кожного елементу верстата.
3. Порівнюється поточна ефективність з найкращими доступними технологіями.

Сукупний індекс визначається як добуток коефіцієнтів трьох рівнів Оціночна формула індексу енергоефективності E має вигляд:

$$E = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3$$

де η_1 — коефіцієнт доцільності використання енергії на рівні компонентів;
η_2 — коефіцієнт ефективності перетворення енергії для кожного елементу;
η_3 — коефіцієнт порівняння з найкращими доступними технологіями.

Проведено деталізацію потоків енергії для класичних систем важкого токарного обладнання: живлення електроприводів, стиснене повітря, водяне охолодження, вентиляція та кондиціювання кабіни. Моделювання показало, що частка допоміжного енергоспоживання становить від 25 до 40% загального балансу. Практична реалізація здійснена на прикладі важкого токарного верстата Dmax = 1600 мм. Максимальні втрати теплової енергії реєструються у системах охолодження шпинделя й гідростатичних опорах. Оптимізація режимів простою шляхом автоматичного відключення неактивних модулів дозволяє знизити втрати до 12–15%. Запропонована методика є ефективним інструментом для оцінки й підвищення енергоефективності важких токарних верстатів. Методика адаптована до особливостей енергоспоживання важких верстатів великої маси та габаритів. Одержано результати аналізу потенціалу енергозбереження та оптимізації

Таким чином, впровадження комплексного індексу енергоефективності у важкому машинобудуванні відкриває нові можливості для енергозбереження та підвищення продуктивності обладнання. Методика дозволяє не лише виявляти енергетично неефективні вузли, а й обґрунтовувати інженерні рішення щодо модернізації та автоматизації верстатних систем. Це особливо актуально в умовах потреби економії ресурсів та зниження експлуатаційних витрат на підприємствах оборонного й енергетичного профілю.

Список посилань

1. ISO 14955-1:2017. Machine tools – Environmental evaluation.
2. Schudeleit T. Total Energy Efficiency of Factory-Integrated Machine Tools. ETH Zurich, 2017.
3. ISO 20140-1:2017. Energy efficiency of manufacturing systems.