

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ СИСТЕМИ СЕРВОПРИВОДУ МОДЕРНІЗОВАНОЇ ГАЗОРІЗАЛЬНОЇ МАШИНИ**

**В.А. Гайворонський**, викладач

*Первомайський політехнічний інститут Національного  
університету кораблебудування ім. адмірала Макарова*

*Результатом проведених досліджень є визначені основні і допоміжні фактори, які впливають на енергетичні показники системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини, що дозволяє обґрунтувати заходи щодо технічного оновлення існуючих виробничих ресурсів на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області.*

**Ключові слова:** технологічне переозброєння, газорізальна машина, система сервоприводу, енергетичні показники.

**Постановка проблеми.** При визначенні економічної доцільності технологічного переозброєння і технічного оновлення виробництва товарної машинобудівної продукції на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області, існує потреба визначення енергетичних показників системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини.

**Аналіз результатів досліджень і публікацій.** Оскільки тільки результати визначеної економічної доцільності заходів технологічного переозброєння і технічного оновлення систем виробництва товарної машинобудівної продукції малих і середніх машинобудівних підприємств Миколаївської області дозволяють прогнозувати використання певних систем електроприводу у гнучких технологічних лініях, тому реалізація наведених заходів із застосуванням систем сервоприводу є перспективним напрямком інновацій джерел отримання доходу і прибутку [1]. Світова глобалізація економіки визначає умови збільшення економічної доцільності, технологічної досконалості і екологічної безпеки використання виробничих ресурсів [1-3] за рахунок впровадження інноваційних технологій у системах виробництва на малих і середніх машинобудів-

них підприємствах Миколаївської області [4]. Багатоваріантність рішень конструкцій технологічних процесів забезпечує їх впровадження за результатами наукових досліджень, побудованих на світовому [5] та вітчизняному досвіді [6].

**Невирішена частина проблеми** обумовлена багаторічним періодом використання застарілих і відносно дешевих виробничих ресурсів у промисловому комплексі півдня України та відсутністю внутрішніх інвестицій на технічне оновлення внаслідок спаду виробництва товарної машинобудівної продукції через орієнтацію на значну кількість більш якісних імпортованих виробничих ресурсів на внутрішньому загальнодержавному і регіональних споживчих ринках України.

**Завданням дослідження** є визначення основних і допоміжних факторів, що впливають на енергетичні показники виробничих ресурсів – системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини, які дозволяють обґрунтувати заходи з технічного оновлення існуючих виробничих ресурсів на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області.

**Основна частина.** Реалізація заходів на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області з технологічного переозброєння – шляхом модернізації, і технічного оновлення – заміною електроприводу при модернізації газорізальної машини, передбачає для покращення систем управління задля забезпечення точності виконання операцій технологічних процесів машинобудівної галузі [7].

Проведені дослідження систем виробництва товарів народного споживання на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області [8], довели необхідність технічного оновлення з терміном 8 років існуючих гнучких технологічних ліній шляхом впровадження інноваційних технологій [9]. Дослідження дозволили встановити енергетичну вартість технічного оновлення –  $E_{\text{т.о.}}$ , представлену у вигляді виразу, який використовується при оцінці технологічної ефективності при впровадженні заходів із забезпечення випуску товарної

машинобудівної продукції на малих і середніх машинобудівних підприємств Миколаївської області:

$$En_{\text{м.с.}} = \eta_{\text{с.}}^{\text{м.с.}} \left( R_{\text{с.}}^i \right)^{n_{\text{с.}}/n_{\text{я}}}, \quad (1)$$

де  $\eta_{\text{с.}}^{\text{м.с.}}$  – коефіцієнт конверсії енергії системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини при технічному оновленні;

$$R_{\text{с.}}^i = \frac{B_{\text{с.}}^i}{\sum_{k=1}^n (r_1 Q_{\text{с.}}^k) + (r_2 Q_{\text{с.}}^k)} - \text{питомі енергетичні витрати на}$$

забезпечення енергії руху компонентів системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини, МДж;

$B_{\text{с.}}^i$  – загальна енергетична ємність ядра і складових компонентів системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини, МДж;

$r_1$  – коефіцієнт витрат енергії внутрішньо-груповими компонентами – ядром системи сервоприводу (електроприводом), модернізованої газорізальної машини;

$r_2$  – коефіцієнт витрат енергії компонентами – контрольно-управляючими складовими системи сервоприводу, модернізованої газорізальної машини;

$m_i/n_i$  – показник ступеня відповідних коефіцієнтів змін стану енергетичних зв'язків ядра і складових компонентів технологічної системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини [10];

$Q_{\text{я}}^k$  і  $Q_{\text{с.}}^k$  – відповідно енергомісткість технологічних процесів конверсії енергії ядра (індекс “я”) і компонентів (індекс “к”) системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини у енергію руху, МДж.

Застосувавши метод системотехнічного проектування технологічних систем при впровадженні заходів з технічного оновлення виробничих ресурсів малих і середніх машинобудівних

підприємств Миколаївської області із застосуванням систем сервоприводу [11] визначено основні та допоміжні фактори впливу на процес конверсії енергії ядра в енергію руху компонентів системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини.

Придатність системи сервоприводу [13] визначається основними факторами впливу на стан технологічної системи до яких належать: 1) *загальна енергетична насиченість* ядра і складових компонентів системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини, представлена виразом –  $R^{\Sigma}$ ; 2) *загальна енергетична ємність* ядра і складових компонентів системи сервоприводу, представлена виразом –  $B^{\Sigma}$ ; 3) витрати енергії внутрішньо-груповими компонентами (ядром системи сервоприводу – електроприводом), представлені коефіцієнтом –  $r_1$ ; 4) витрати енергії компонентами (контрольно-виконавчими складовими системи) сервоприводу, представлені коефіцієнтом –  $r_2$ .

На функціонування системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини [14] впливають допоміжні фактори впливу: 1) енергомісткість технологічних процесів конверсії енергії ядра системи –  $Q_n^{\Sigma}$  в енергію руху компонентів сервоприводу системи –  $Q_n^{\Sigma}$ ; 2) *конверсія енергії* ядра в енергію руху компонентів системи сервоприводу, представлений відносним коефіцієнтом –  $r^* = r_1 / r_1 + r_2$ ; 3) *питомі* енергетичні ємності ядра і складових компонентів системи сервоприводу, представлені коефіцієнтами –  $B_n^{\Sigma}$  і  $B_c^{\Sigma}$ ; 4) енергомісткість процесів конверсії енергії ядра в енергію руху компонентів системи сервоприводу –  $k_n - (r^*)^{k_n}$ , модернізованої газорізальної машини при технічному оновленні виробничої системи.

На основі ГОСТ 18242-72 і значень (1) розроблені робочі табл.1 і 2 плану двохступеневого статистичного контролю за-

безпечують достатню ймовірність результатів планування технічного оновлення – заміні верстатів гнучких механізованих ліній або окремих вузлів і агрегатів. Представлена як визначена конверсія енергетичних ресурсів системи сервоприводу, згідно з основними (індекс “I”) і допоміжними (індекс “II”) факторами впливу при виробництві товарної машинобудівної продукції із значенням  $p^{m.o.} = 0,972$  [15].

При проведенні серії експериментів першого та другого рівнів досліджень визначались основні фактори  $n_1$  і  $n_2$  впливу на процес технічного оновлення виробничих ресурсів на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області, представлені ваговими коефіцієнтами імітаційної моделі: загальна енергетична насиченість ядра і складових компонентів системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини –  $(G_1^I)$ , загальна енергетична ємність ядра і складових компонентів системи сервоприводу –  $(G_2^I)$ , витрати енергії ядром системи сервоприводу –  $(G_3^I)$  і витрати енергії складовими компонентами системи сервоприводу –  $(G_4^I)$  [15]. Серія експериментів першого  $n_1$  і другого рівнів  $n_2$  включала вагові коефіцієнти  $n_1 \subset (G_1^I; G_2^I; G_3^I; G_4^I)$  і  $n_2 \subset (G_1^I; G_3^I; G_4^I)$ . Показники плану контролю оцінювались: прийнятна – 0; задовільна – 1; прийняття із зауваженнями – 2; неприйнятна до застосування – 3.

При проведенні серії експериментів першого  $m_1$  і другого  $m_2$  рівнів досліджень з визначення допоміжних факторів впливу на технологічну систему системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області, представлені ваговими коефіцієнтами імітаційної моделі: енергомісткість технологічних процесів конверсії енергії ядра системи –  $(G_1^{II})$ , конверсія енергії ядра в енергію руху компонентів системи

**Двохступеневі плани статистичного контролю основних факторів впливу на стан системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини**

Фактори впливу	Обсяг дослідів										
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	
Загальна енергетична насиченість ядра і складових компонентів системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини, МДж	15,23	16,25	16,43	13,41	16,32	16,42	16,45	16,73	17,66	18,81	
Загальна енергетична ємність системи сервоприводу, МДж	15,67	16,72	16,90	13,79	16,80	16,89	16,92	17,21	18,17	19,35	
Витрати енергії ядром системи сервоприводу, МДж	1,88	2,02	2,03	1,67	2,02	2,03	2,03	2,07	2,18	2,32	
Витрати енергії контрольно-виконавчими компонентами сервоприводу, МДж	13,79	14,70	14,87	12,12	14,78	14,86	14,89	15,14	15,99	17,03	
Обсяг вибірки:											
Перший рівень $n_1$	27	33	43	54	66	72	86	91	102	124	
Другий рівень $n_2$	27	33	43	54	66	72	86	91	102	124	
Показники плану контролю: прийняття $Pr_1^I$											
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Показники плану контролю: задовільна $Pr_2^I$											
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Показники плану контролю: прийняття із зауваженнями $Er_1^I$											
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Показники плану контролю: неприйняття до застосування $Er_2^I$											
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Таблиця 2

**Двохступеневі плани статистичного контролю допоміжних факторів впливу  
на стан системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини**

Фактори впливу	Обсяг дослідів											
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30		
Енергомісткість технологічних процесів конверсії енергії ядра системи у енергію руху компонентів, МДж	15,23	16,25	16,43	13,41	16,32	16,42	16,45	16,73	17,66	18,81		
Конверсія енергії ядра у енергію руху компонентів системи сервоприводу, МДж	14,01	14,95	15,12	12,34	15,01	15,11	15,13	15,39	16,24	17,31		
Питомі енергетичні ємності ядра і складових компонентів системи сервоприводу, МДж	14,80	15,79	15,97	13,04	15,86	15,96	15,99	16,25	17,17	18,28		
Енергомісткість процесів конверсії енергії ядра у енергію руху компонентів системи сервоприводу, МДж	14,47	14,37	14,53	11,87	14,43	14,52	14,55	14,78	15,62	16,63		
Обсяг вибірки:												
Перший рівень	27	33	43	54	66	72	86	91	102	124		
Другий рівень	27	33	43	54	66	72	86	91	102	124		
Показники плану контролю: прийнятна $IP_1^H$												
Показники плану контролю: задовільна $IP_2^H$												
Показники плану контролю: прийняття із зауваженнями $EP_1^H$												
Показники плану контролю: неприйняття до застосування $EP_2^H$												
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

сервоприводу ( $G_2^{rr}$ ), питомі енергетичні ємності ядра і складових компонентів системи сервоприводу – ( $G_3^{rr}$ ) і енергомісткість процесів конверсії енергії ядра в енергію руху компонентів системи сервоприводу – ( $G_4^{rr}$ ). Серія експериментів першого  $m_1$  і другого  $m_2$  рівнів включала вагові коефіцієнти  $m_1 \in (G_1^{rr}; G_2^{rr}; G_3^{rr}; G_4^{rr})$  і  $m_2 \in (G_1^{rr}; G_3^{rr}; G_4^{rr})$ . Показники плану контролю оцінювались: прийнятна – 0; задовільна – 1; прийняття із зауваженнями – 2; неприйнятна до застосування – 3.

**Висновки.** Результатом проведених досліджень є визначені основні і допоміжні фактори, які впливають на енергетичні показники системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини, що дозволяє обґрунтувати заходи з технічного оновлення існуючих виробничих ресурсів на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кирницький С. Р. Аналіз економічних показників технологічних систем / С. Р. Кирницький, О. П. Шумілов, Б. В. Димо // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2, — С. 32—39.
2. Шумілов О. П. Аналіз технологічної досконалості технологічних систем / О. П. Шумілов, Б. В. Димо, С. Р. Кирницький // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 1. — С. 135—142.
3. Димо Б. В. Аналіз екологічних показників технологічних систем / Б. В. Димо, О. П. Шумілов, С. Р. Кирницький // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 3. — С. 31—35.
4. Кирницький С. Р. Особливості методу впровадження інноваційних технологій у системах виробництва на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області / С. Р. Кирницький, О. П. Шумілов, Б. В. Димо // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 17—25.
5. Кирницький С. Р. Світовий досвід впровадження інноваційних технологій у системах виробництва на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області / С. Р. Кирницький, О. П. Шумілов, Б. В. Димо // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 39—42.
6. Шумілов О. П. Вітчизняний досвід впровадження інноваційних технологій у системах виробництва на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області / О. П. Шумілов, Б. В. Димо, С. Р. Кирницький



// Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 42—45.

7. Кирницький С. Р. Кваліметрична характеристика виконання операцій технологічних процесів на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області / С. Р. Кирницький, О. П. Шумілов, Б. В. Димо // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 48—54.

8. Шумілов О. П. Умови випуску товарів народного споживання на малих і середніх машинобудівних підприємствах Миколаївської області / О. П. Шумілов, Б. В. Димо, С. Р. Кирницький // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 45—48.

9. Шумілов О. П. Застосування інноваційних технологій у системах виробництва за умов конверсії виробничих ресурсів при технічному оновленні малих і середніх машинобудівних підприємств Миколаївської області / О. П. Шумілов, Б. В. Димо, С. Р. Кирницький // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 54—63.

10. Кирницький С. Р. Визначення змін стану енергетичних зв'язків ядра і складових компонентів технологічної системи / С. Р. Кирницький, О. П. Шумілов, Б. В. Димо // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 72—81.

11. Шумілов О. П. Особливості розробки технологічних та системно-технічних вирішень та обладнання гнучких технологічних ліній малих і середніх машинобудівних підприємств Миколаївської області / О. П. Шумілов, Б. В. Димо, С. Р. Кирницький // Збірник наукових праць Первомайського НІЦ РЕЗ. — 2005. — Вип. 15, кн. 2. — С. 63—70.

12. Гайворонський В. А. Математична модель системи сервоприводу модернізованої газо-різальної машини / В. А. Гайворонський // Бюлетень наукових праць Прибужжя. — 2005. — № 10 (34). — С. 113—117.

13. Гайворонський В. А. Вибір раціональних технологічних схем системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини / В. А. Гайворонський // Бюлетень наукових праць Прибужжя. — 2006. — № 4 (43). — С. 115—123.

14. Гайворонський В. А. Визначення енергетичних показників системи сервоприводу модернізованої газорізальної машини / В. А. Гайворонський // Бюлетень наукових праць Прибужжя. — 2006. — № 5 (44). — С. 56—58.

15. Кирницький С. Р. Імітаційна модель сервоприводу модернізованої газорізальної машини / С. Р. Кирницький, В. А. Гайворонський // Бюлетень наукових праць Прибужжя. — 2009. — № 13 (90). — С. 52—57.