

**ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ КРАНОВИХ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ****С. П. Савич, В. Я. Ярмолевич, В. В. Орлик, Е. В. Савьолова***Одеський національний політехнічний університет*

**Анотація.** Проведено порівняння споживання електроенергії різними типами електроприводів для кранових механізмів підйому: реостатне регулювання, електроприводи ПН-АД і ПЧ-АД. При цьому проводились розрахунки для конкретного механізму з заданим певним режимом роботи. Дослідження довели, що для заданого режиму роботи термін окупності частотного перетворювача складає 3,5-5,5 років

**Ключові слова:** електропривод, автоматизована система техніко-економічного порівняння, реостатне керування, перетворювач напруги, перетворювач частоти.

**Вступ**

Основним типом регульованого приводу є частотно-регульований асинхронний електропривод – система "перетворювач частоти – асинхронний двигун" (ПЧ-АД). Однак поряд з цим електроприводом в деяких випадках для вирішення окремих виробничих завдань застосовується система "перетворювач напруги – асинхронний двигун" (ПН-АД). В експлуатації також знаходяться електроприводи на основі асинхронних двигунів з фазовим ротором, регульовані за допомогою зміни додаткових опорів в роторних ланцюгах, система реостатного регулювання – "реостатне регулювання – асинхронний двигун". Широке застосування регульованих електроприводів привело до того, що сучасний електропривод є енергосиловою основою, яка дозволяє забезпечити виробничі механізми необхідною механічною енергією. Промисловий електропривод споживає за різними оцінками 60–70 % від усієї виробленої електроенергії [1, 2]. У зв'язку з зростанням цін на електроенергію та обмеженими можливостями збільшення потужності енергогенеруючих установок проблема зниження електроспоживання є актуальною задачею.

Експлуатаційна якість роботи кранових механізмів, їх продуктивність, а також проблема енергозбереження в значній мірі залежить від електропривода. Відомо, що електроприводи кранових механізмів підйому працюють головним чином у стаціонарних режимах; тривалість перехідних процесів занадто мала, тому втратами енергії в цих режимах при попередніх розрахунках допустимо нехтувати [3, 4].

© С. П. Савич, В. Я. Ярмолевич, В. В. Орлик, Е. В. Савьолова, 2018

Розглядаючи окремі електроприводи механізмів підйому, необхідно, по-перше, зіставити втрати в ланцюгах двигуна і в його обмотках для певного робочого циклу електропривода. Це допоможе порівняти їх енергетичні спроможності, а також нагрівання двигуна в цьому режимі.

При роботі на низьких швидкостях в реостатній системі регулювання та в системі ПН – АД у ланцюг ротора необхідно ввести додаткові резистори для виводу більшої частини втрат ковзання за межі електричної машини, щоб зменшити її нагрівання. Вибір додаткового резистора в першому випадку зумовлено, бо штучна (реостатна) механічна характеристика має проходити через задану робочу точку з конкретними координатами моменту і швидкості. Але при використанні системи ПН-АД цей вибір неоднозначний. Так, зменшення активного опору додаткових резисторів збільшує змінні втрати, але втрати у сталі машини при цьому стають меншими, бо відповідно зменшується необхідна напруга. Тому загальні втрати суттєво збільшуються лише при надмірно зменшеному опорі резисторів. Попередні розрахунки засвідчують, що бажана штучна характеристика може перетинати вісь абсцис при моменті, який на 35-45 % більше за номінальне статичне навантаження (для механізму підйому таке навантаження відповідає моменту номінального вантажу) [5, 6].

**1. Мета і задачі дослідження**

Метою роботи є порівняння втрат електроенергії при роботі асинхронного електропривода з перетворювачем напруг (ПН-АД) та з перетворювачем частоти (ПЧ-АД) з рекуперацією елект-

ричної енергії та без неї.

Для досягнення поставленої мети в роботі проведено аналіз споживання електроенергії при експлуатації різних електроприводів.

## 2. Енергетичні показники асинхронних електроприводів. Розрахунок енергії, що споживається альтернативними електроприводами механізмів підйому

Значна кількість кранових електроприводів з реостатним регулюванням в ланцюзі ротора працює зі значним недовантаженням, що призводить до великих втрат, особливо враховуючи втрати ковзання при зниженій швидкості. Саме тому для кранових механізмів бажано перевірити доцільність використання сучасних регульованих електроприводів змінного струму за критерієм, зокрема, зниження втрат у двигуні. Втрати в механічній передачі звичайно враховуються через ККД.

При використанні електропривода ПН–АД для роботи з заданим опором додаткових резисторів у роторі  $R'_{2\text{доп}}$  втрати залежать від напруги  $U_i$  і ковзання  $s_i$  у відповідних точках. Напругу в кожній з цих точок можна розрахувати через номінальну напругу  $U_{1н}$

$$U_i = U_{1H} \sqrt{\frac{M_i}{M_p}},$$

де  $M_i$  і  $M_p$  – моменти двигуна при знижених і номінальній напрузі на реостатних характеристиках і відповідних ковзаннях.

Втрати розраховуються за умовою, що  $f = f_n$ , а

$$\frac{\Phi_i}{\Phi_n} = \frac{U_i}{U_n}.$$

При реостатному регулюванні напруга залишається постійною  $U = \text{const}$ . Тому в цьому випадку вважаємо, що  $U_i = U_{1H}$  та  $\Phi = \Phi_n$ .

Аналогічно розраховуємо втрати при роботі двигуна з перетворювачем частоти ПЧ–АД. Тоді можна використовувати АД з короткозамкненим ротором, але для коректного співставлення, крім того, беремо той самий двигун з фазним ротором і примусово замикаємо його кільця. Так робиться часто і в реальних умовах, коли необхідно переобладнати реостатну систему на більш сучасну. Тепер вже слід розрахувати відповідну частоту, яка забезпечить роботу в заданій точці з координатами  $\omega_i$ ,  $M_i$ . Вважаючи нахил характеристики для забезпечення конкретної швидкості  $\omega_i$  такою

же, як природна, розраховуємо відносне ковзання для заданої конкретної швидкості  $\omega_i$

$$s = \frac{\Delta\omega}{\omega_i + \Delta\omega};$$

тут  $\Delta\omega$  – падіння швидкості при відповідному моменті на природній характеристиці.

Синхронна швидкість характеристики для іншої частоти  $f_i$ , яка забезпечує необхідну швидкість  $\omega_i$ ,

$$\omega_{0i} = \frac{\omega_i}{1 - s}.$$

Тепер розраховуємо необхідну частоту

$$f_i = \frac{\omega_{0i}}{\omega_0} f_H \quad (2)$$

де  $\omega_0$  – синхронна швидкість природної характеристики,  $f_n$  – номінальна частота живлячої мережі.

Для більшості кранових механізмів, як було вже визначено, діапазон регулювання швидкості не перевищує 10:1, тому вважаємо, що напругу необхідно змінювати пропорційно частоті:

$$U_i = \frac{f_i}{f_H} U_{1H}. \quad (3)$$

Далі розраховуємо втрати в міді статора і ротора

$$\Delta P_{Mi} = M \omega_{0i} s_i \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right), \quad (4)$$

де  $R_2'$  – тільки зведений опір ротора.

Втрати в сталі двигуна залежать від ковзання, напруги, а також від частоти. Однак при роботі на лінійній ділянці механічної характеристики ковзання незначне у всьому діапазоні зміни швидкості, тому втратами в сталі ротора нехтують. Тоді отримаємо

$$\Delta P_{CT} = \Delta P_{CTH} \left(\frac{f}{f_H}\right)^{3,3}. \quad (5)$$

Таким чином, сумарні втрати потужності

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_c + \Delta P_0 + \Delta P_{\text{мех}}, \quad (6)$$

а електричної енергії за цикл –

$$A = \sum_{i=1}^n \Delta P_i t_i, \quad (7)$$

де  $\Delta P_i$  – втрати потужності під час роботи  $t_i$  на відповідному етапі (всього в циклі  $n$  етапів).

Розглянемо деякі варіанти. Якщо використовується електропривод з реостатним регулюванням або система ПН–АД по схемі з 10 тиристорами, то робота на природній характеристиці в режимі рекуперативного гальмування допускає передачу енергії у мережу. Таке ж повернення енергії до мережі відбувається, якщо рекуперация здійснюється завдяки спеціальному рекуператору. Тоді загальна потужність споживається з мережі

$$P_i = (-M_i \omega_i \eta_m \eta_d + \Delta P_i) \frac{1}{\eta_{II}}, \quad (8)$$

якщо втрати в двигуні більші за вироблену механічну потужність, то енергія віддається в мережу

$$P_i = (-M_i \omega_i \eta_m \eta_d + \Delta P_i) \eta_{II}, \quad (9)$$

якщо цей вираз від'ємний, тобто енергія, що генерується завдяки роботі механізму, більша за втрати в двигуні.

Але якщо електропривод з реостатним регулюванням або в системі ПН–АД працює на будь-якій штучній характеристиці (крім природної), тобто в режимі противмикання, вся потужність (енергія), яка виробляється механізмом, втрачається в обмотках двигуна та додаткових резисторах. Аналогічна ситуація складається при використанні системи ПЧ–АД без рекуператора, коли вся енергія, що генерується двигуном за рахунок кінетичної енергії вантажу, включаючи роботу на природній характеристиці, гаситься на спеціальному гальмівному резисторі. В цьому випадку потужність, яка споживається з мережі, необхідна лише для компенсації втрат

$$P_i = (-M_i \omega_i \eta_m + \Delta P_i) \frac{1}{\eta_{II}}, \quad (10)$$

якщо вираз в скобках позитивний. Але якщо він негативний, обмін енергії з мережею не відбувається ( $P_i = 0$ ).

Таким чином, якщо електропривод допускає рекуперацию енергії, то її споживання за весь цикл може суттєво знизитись.

Зробимо попереднє співставлення за енергетичними показниками (споживання електроенергії) трьох електроприводів для певного циклу роботи механізму підйому. Для прикладу спочатку використовується асинхронний двигун з фазним ротором типу 4МТФ(Н)200ЛВ6,  $P_n=30,0$

кВт,  $U_n=220/380$  В,  $n_n=935$  об/хв. Для електропривода ПЧ–АД далі будемо використовувати також відповідний короткозамкнений двигун. Дані обмоток двигунів взяті з літератури [7].

Вважаємо для нашого випадку, що кожна з операцій підйому і спуску номінального вантажу і порожнього гака триває 20 с. Це відповідає механізму з номінальною швидкістю 1 м/с і висотою підйому – спуску 20 м. Тобто робочий час циклу  $t_p = 80$  с. Далі розглянемо різні варіанти, коли двигун працює 5 % (загальний час 4 с), 10 % (8 с) або 20 % (16 с) робочого часу  $t_r$ . Якщо вважати тривалість включення механізму підйому  $T_B = 40$  %, то час циклу  $t_{II} = 200$  с. Необхідно оцінити різницю споживання електроенергії при роботі електроприводів реостатного, ПН–АД і ПЧ–АД за 1 годину (18 циклів) і протягом року, якщо середньорічне число годин роботи кранових механізмів прийняти 3000, що саме стосується порталних перевантажувальних кранів.

Крім цього, розрахунок зробимо також для більш розповсюдженого циклу, коли знижена швидкість використовується лише під час спуску номінального. [8, 9].

Для розрахунку енергії, що споживається з мережі або віддається до неї, використовуємо автоматизовану систему техніко-економічного порівняння електроприводів кранових механізмів [10]. Ця автоматизована система надає змогу провести аналіз ефективності використання різних електроприводів для кранових механізмів підйому та повороту незалежно від їх потужності.

За паспортними даними двигуна з фазним ротором розраховуються номінальна швидкість, номінальний момент, швидкість неробочого ходу, номінальне та критичне ковзання, пусковий момент і, враховуючи завдані робочі точки, знаходяться ковзання, швидкості та значення додаткових опорів для кожної характеристики. За цими даними розраховуються номінальні втрати, втрати від робочого і неробочого струмів, втрати в сталі, механічні втрати в кожній точці. На підставі цього знаходяться сумарні втрати і загальне споживання електроенергії в кожній точці.

Вікно результатів розрахунку (рис.1) складається з декількох ділянок. На першій вказано втрати електроенергії в статичних і динамічних режимах протягом циклу, тривалість динамічних режимів, а також сумарні витрати кожного з електроприводів для трьох значень відносного часу роботи зі зниженою швидкістю. Витрати в електроприводах порівняно з обраним за базовий привод з реостатним регулюванням  $(\Sigma \Delta A)_i - (\Sigma \Delta A)_{R \text{ var}}$ .

Rel. dur. with 0,ln_nom	Duration of stat. mode $t_c = 25$ s	$R_{var}$	$U_{var}$	FC w/o recuperation	FC with recuperation
5%	$\Delta A$ / cycle (stat. mode), kWh	0,1415	0,1459	0,1419	0,1419
	$\Sigma \Delta A$ / year, kWh	33 540	34 687	13 993	12 955
10%	$\Delta A$ / cycle (stat. mode), kWh	0,1381	0,1410	0,1354	0,1354
	$\Sigma \Delta A$ / year, kWh	33 258	34 271	13 441	12 403
20%	$\Delta A$ / cycle (stat. mode), kWh	0,1315	0,1312	0,1224	0,1224
	$\Sigma \Delta A$ / year, kWh	32 694	33 439	12 337	11 300
$\Delta A$ / cycle (dyn. mode), kWh		0,2531	0,2622	0,0227	0,0105
Duration of dyn. modes $t_d$ , s		15,43	16,41	16,41	16,41
Relative duration with 0,ln_nom		$(\Sigma \Delta A)_i - (\Sigma \Delta A)_{R_{var}} / \text{year, kWh}$			
5%		0	1 147	-19 548	-20 585
10%		0	1 013	-19 818	-20 855
20%		0	745	-20 357	-21 394

Рис. 1. – Вікно результатів розрахунків

Дані з цієї таблиці у вигляді графіків (рис.2) від часу роботи на зниженій швидкості для будь-якого  $t_{cycle} / t_{cycle} = 30\%$  з лінійними трендами до  $t_{cycle} / t_{cycle} = 30\%$  надають можливість виявити залежність витрат

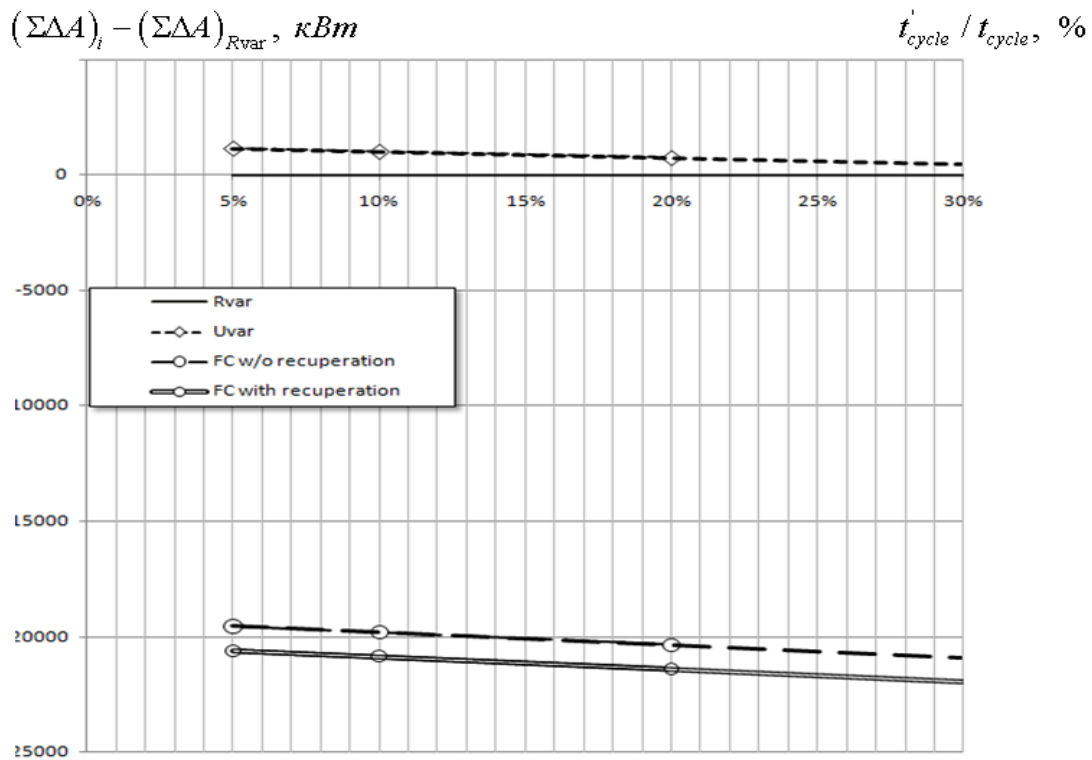


Рис. 2. – Графічне зображення різниці загального споживання електроенергії різними електроприводами в порівнянні з реостатним регулюванням

Проаналізувавши графіки споживання електроенергії при експлуатації різних електроприводів, можна зробити наступні висновки. Так, очевидно, що електропривод ПН–АД споживає більше електроенергії у всіх режимах порівняно з реостатним регулюванням. Пояснюється це головним чином тим, що при роботі зі значними моментами напруга дещо знижується, але струм ротора збільшується, це і приводить до більших змінних втрат у двигуні. Крім того, для електропривода ПН–АД враховуються втрати в перетворювачі ( $\eta_{II} < 1$ ), а при реостатному регулюванні збільшення втрат через це не відбувається. Далі, будь-який електропривод ПЧ–АД, що використовує двигун з фазним ротором, характеризується більшим споживанням електроенергії, ніж електропривод з короткозамкненим двигуном. Так, при роботі на зниженій швидкості 20 % часу циклу ця різниця для перетворювача частоти з рекуперацією становить від 40-60 %. Це пояснюється більшим номінальним струмом двигунів з фазним ротором, а тому і більшими втратами.

## Висновки

Споживання електроенергії асинхронними двигунами кранових механізмів залежить не тільки від типу електроприводу, а також від особливостей технологічного процесу і режимів їх

роботи. Зі збільшенням потужності електропривода має місце відносно менша економія електроенергії при переході до більш складних електроприводів. Електропривод з перетворювачем напруги споживає більше електроенергії у всіх режимах порівняно з реостатним регулюванням. Показано, що при незначному часі роботи зі зниженими швидкостями електропривод з перетворювачем частоти без рекуператора споживає більше електроенергії ніж електропривод з реостатним регулюванням.

## Перелік використаної літератури

1 Javied, T. A Study on Electric Energy Consumption of Manufacturing Companies in the German Industry with the Focus on Electric Drives Original Research Article [Text] / Tallal Javied, Tobias Rackow, Roland Stankalla, Christian Sterk, Jörg Franke // Procedia CIRP, Volume 41, 2016, P. 318–322

2. Emelyanov, A. P. Algorithms for management, modeling, and analysis of highly dynamical asynchronous electric drives control [Text] / A. P. Emelyanov, A. E. Kozyaruk // Russian Electrical Engineering, – 2011. – 82 (2), pp. 61–68.

<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0->

[79955819853&partnerID=40&md5=2062cd8299b78aa383f7f7239fed3b4b](https://doi.org/10.15687/2221-3805.2018.27.103.79955819853&partnerID=40&md5=2062cd8299b78aa383f7f7239fed3b4b)

3. Залізецький, А. М. Дослідження частотно-го електропривода в статичних режимах роботи [Текст] / А. М. Залізецький, О. В. Пізнюр // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 3. – С.69–74.

4. Григоров, О. В. Аналіз пуско-гальмівних процесів кранових механізмів з частотно-регульованим приводом [Текст] / О. В. Григоров, В. В. Стрижак // Вестник ХНАДУ. – 2012. – вып. 57 – С.249–256.

5. Григоров, О. В. Обоснование снижения мощности электродвигателя гидропривода методом эквивалентной мощности [Текст] / О.В. Григоров, проф., д.т.н., В. В. Стрижак, к.т.н., Д. М. Зюбанова, асп., М. В. Цебренко, ассист., М. Г. Стрижак // Автомобильный транспорт. Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков – 2017. – № 04. – С. 125–133.

6. Григоров, О. В. Рациональні приводи підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів: монографія / О. В. Григоров, В. В. Стрижак, Н. О. Петренко та ін.; за ред. Григоровою О. В. – Х. : НТУ «ХПИ», 2016. – 352 с.

7. Булгар, В. В. Теорія електроприводу: збірник задач / В. В. Булгар. – Одеса: Поліграф, 2006. – 408 с.

8. Савич, С. П. Порівняння економічної ефективності альтернативних електроприводів у нестационарних режимах [Текст] / С. П. Савич // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2012. – № 07(83). – С.50–55.

9. Герасимьяк, Р. П. Економічна ефективність використання перетворювачів частоти для кранових механізмів підйому [Текст] / Р. П. Герасимьяк, С. П. Савич, Л. А. Швець // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2011. – № 03 (79). – С. 392–393.

10. Герасимьяк, Р. П. Разработка системы критериев выбора электропривода для крановых механизмов / Р. П. Герасимьяк, С. П. Савич, М. Ю. Шабовта // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – 5/1 (77) 2015. – С. 51–58.

11. Бушер, В. В. Автоматизована система порівняння техніко-економічної ефективності електроприводів кранових механізмів / В. В. Бушер, С. П. Савич, С. Л. Савич, В. С. Медведєв // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – 2/8 (80) 2016. – С. 37–49.

## References

1. Javied, T., Rackow, T., Stankalla, R., Sterk, Ch., Franke, J. (2016) A Study on Electric Energy Consumption of Manufacturing Companies in the German Industry with the Focus on Electric Drives Original Research Article. Procedia CIRP, Volume 41, , P. 318–322.

2. Emelyanov, A. P., Kozyaruk, A. E. (2011) Algorithms for management, modeling, and analysis of highly dynamical asynchronous electric drives control. Russian Electrical Engineering, no 82 (2), pp. 61–68. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79955819853&partnerID=40&md5=2062cd8299b78aa383f7f7239fed3b4b>.

3. Zalizetsky, A. M., Pishnjur, O. V. (2012) Research of a frequency electric drive in static operating modes [Doslidzhennya chastotnogo elektroprivoda v statichnih rezhimah roboti] Bulletin of Khmelnytsky National University. No. 3. P.69-74.

4. Grigorov, O.V., Strizhak, V. V. (2012) Analysis of start-stop processes of crane mechanisms with a frequency-regulated drive [Analiz pusko-galmivnih procesiv kranovih mehanizmv z chastotno-regulovanim privodom] Vestnik KhNADU. Issue 57. P.249-256.

5. Grigorov, O.V., Strizhak, V. V., Zyubanov, D.M., Tsebrenko, M. V., Strizhak, M. G. (2017) Substantiation of reduction of electric motor power of hydraulic drive by equivalent power method [Obosnovanie snizheniya moshnosti elektrodvigatelya gidroprivoda metodom ekvivalentnoj moshnosti] Automobile transport. National Technical University "KhPI", Kharkov № 04. P. 125-133.

6. Grigorov, O. V., Stryzhak, V.V., Petrenko, N.O. (2016) Rational drives of lifting-transport, road cars and logistic complexes: monograph [Ratsional'ni pryvody pidymno-transportnykh, dorozhnykh mashyn ta lohystychnykh kompleksiv: monohrafiya] Kh.: NTU "KhPI". 352 p

7. Булгар, В. В. Теорія електроприводу: збірник задач / В. В. Булгар. – Одеса: Поліграф, 2006. – 408 с.

8. Savich, S. P. (2012) Comparison of the economic efficiency of alternative electric drives in non-stationary regimes [Porivnyannya ekonomichnoyi effektivnosti alternativnih elektroprivodiv u nestacionarnih rezhimah] Electrical and computer systems. No. 07 (83) p.p. 50–55.

9. Gerasimyak, R. P., Savich, S. P., Shvets, L. A. (2011) Economic efficiency of using frequency converters for crane lifting mechanisms

[Ekonomichna efektyvnist vikoristannya peretvoryuvachiv chastoti dlya kranovih mehanizmv pidjomu] Electrotechnical and computer systems. No. 03 (79). P. 392-393.

10. Gerasimyak, R.P., Savich, S. P., Shabovta, M. Yu. (2015) The development of a system of criteria for the selection of an electric drive for the crane mechanisms [Razrobotka sistemy kriteriyev vybora elektroprivoda dlya kranovykh mekhanizmv] East European Journal of Advanced

Technologies. 5/1 (77) 2015. P. 51–58.

11. Busher, V. V., Savich, S. P., Savich, S. L., Medvedev, V. S. (2016) Automated system of comparison of technical and economic efficiency of electric drives of crane mechanisms [Avtomatyzovana systema porivnyannya tekhniko-ekonomichnoyi efektyvnosti elektroprivodiv kranovykh mekhanizmv] East-European Magazine of advanced technologies. 2/8 (80) 2016. C. 37–49.

## ENERGY INDICATORS OF ELECTRIC DRIVE OF CRANE LIFTING MECHANISMS

S. P. Savich, V. Ya. Yarmolovich, V. V. Orlik, E. V. Savolova

*Odessa National Polytechnic University*

**Abstract.** *The operational quality of the work of crane mechanisms, their performance, as well as the problem of energy conservation largely depends on the electric drive. Industrial electric drive consumes 60-70% of all electric power produced according to various estimates. In connection with the increase in electricity prices and the limited capacity to increase the power generating units, the problem of reducing electricity consumption is an urgent task. The purpose of the work is to compare electricity losses during the operation of an asynchronous electric drive with a voltage converter and with a frequency converter with and without recovery of electric energy. In order to achieve this goal, an analysis of electricity consumption during the operation of various electric drives was carried out. With the help of the automated system, the calculation of electricity consumption was performed using different electric drives for crane lifting mechanisms. The automated system of comparison of technical and economic efficiency of asynchronous electric drives of crane mechanisms allows to promptly conclude that it is expedient to use an optimal electric drive in the specific conditions of operation of a crane mechanism. Due to the unification of approaches to the analysis of operating modes of lifting mechanisms, the program calculates the losses of electricity in static and dynamic modes. The program calculates the potential energy savings and payback period of the electric drive, taking into account the load, moments of inertia and relative time with reduced speeds. Considering separate alternative electric drives of lifting mechanisms came to the conclusion. Electricity consumption by asynchronous motors of crane mechanisms depends not only on the type of electric drive, but also on the features of the technological process and modes of their operation. With an increase in the power of the electric motor there is a relatively less power saving in the transition to more complex electric drives. The electric drive with a voltage converter consumes more electricity in all modes compared to rheostatic regulation. It is shown that at low speeds with reduced speeds, an electric drive with a frequency converter without a recuperator consumes more electricity than an electric drive with a rheostatic control.*

**Keywords:** *electric drive, automated system of technical and economic comparison, rheostat control, voltage converter, frequency converter.*

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА

С. П. Савич, В. Я. Ярмолевич, В. В. Орлик, Э. В. Савёлова

*Одесский национальный политехнический университет*

**Аннотация.** *Проведено сравнение потребления электроэнергии разными типами электроприводов для крановых механизмов подъема: реостатное регулирование, электроприводы ПН-АД и ПЧ-*

*АД. При этом проводились расчеты для конкретного механизма с заданным определенным режимом работы. Исследования показали, что при незначительном времени работы со сниженными скоростями электропривод с преобразователем частоты без рекуператора потребляет больше электроэнергии, чем электропривод с реостатным регулированием.*

**Ключевые слова:** электропривод, автоматизированная система технико-экономическое сравнение, реостатное регулирование, преобразователь напряжения, преобразователь частоты.

Отримано 15.03.2018



**Савич Світлана Павлівна**, канд. техн. наук, доц. каф. електропостачання та енергетичного менеджменту Одеського національного політехнічного університету, просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна, E-mail: savichsp@gmail.com тел. (048)705-8690.

**Savich Svetlana Pavlovna**, Candidate of Technical Sciences, associate professor of department of electricity and energy management of the Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave, 1, Odessa, Ukraine, tel. (048)705-8690 E-mail: savichsp@gmail.com

**ORCID ID:** 0000-0001-6995-568X



**Ярмолович Вікторія Ярославівна**, ст. викл. каф. ТОЗЕ Одеського національного політехнічного університету, просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна, E-mail:vyuy0147@gmail.com тел.+38(050)5140064

**Yarmolovich Viktoriya Yaroslavivna**, Senior Lecturer of department theoretical foundations of general electrical engineering of Odessa National Polytechnic University, ave. Shevchenko, 1, Odessa, Ukraine, E-mail:vyuy0147@gmail.com tel.+38(050)5140064.

**ORCID ID:** 0000-0002-0708-2972



**Орлик Віталій Віталійович**, студент Одеського національного політехнічного університету, просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна, E-mail: vitalik.orlik.in@gmail.com, тел. +38(050)181-9676

**Orlik Vitaliy Vitaliyovych**, student of the Odessa National Polytechnic University, ave. Shevchenko, 1, Odessa, Ukraine, E-mail: vitalik.orlik.in@gmail.com, tel. +38(050)181-9676

**ORCID ID:** 0000-0002-6255-3749



**Савьолова Ельвіра Вікторівна**, ст. викл. каф. ТОЗЕ Одеського національного політехнічного університету, просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна, 65044, E-mail: savolova.ev@opu.ua, тел. +38- 048-705-81-83

**Savolova Elvira Victorivna**, senior lecturer of the Department of theoretical foundations and general electrical engineering, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, E-mail: savolova.ev@opu.ua, tel. +38- 048-705-81-83

**ORCID ID:** 0000-0001-9266-9323