

## РОБОТА СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ЕКСКАВАТОРНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА В ЗОНІ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ТЕМПЕРАТУР

**Постановка проблеми.** Аналіз експериментальних досліджень, результати яких наведені в [1-3], показує, що причини кліматичного характеру призводять до погіршення надійної, продуктивної роботи головних механізмів однокішшевих екскаваторів, сприяють передчасному (в порівнянні з проектним) руйнуванню механічного та електричного обладнання, і, як наслідок, до аварійних простоїв екскаватора. Доведено, що найбільший вплив на зміну параметрів електричного та механічного обладнання створює зміна температури електричних машин та зовнішнього середовища в процесі роботи. Робочий температурний діапазон екскаваторного обладнання складається з допустимих мінімальних температур механічного обладнання та максимально допустимої температури електричних машин. В свою чергу, мінімально-допустима температура механічного обладнання визначається холодноламкістю металу [3] і визначається граничною температурою  $\tau_{\text{гран.мін.}} = -30$  °С. Робочий діапазон температур електричних машин в залежності від класу ізоляції лежить в межах до  $\tau_{\text{гран.макс.}} = (80-100)$  °С.

Тому робота механізмів за межами цих температур буде характеризуватися як екстремальна і вимагає зменшення зусиль в механічних передачах при зменшенні температури навколишнього середовища нижче мінімально критичної  $\tau_{\text{гран.мін.}}$  або зменшення нагріву електричних машин при досягненні ними максимально допустимої температури  $\tau_{\text{гран.макс.}}$ .

**Аналіз останніх досліджень.** В екскаваторних електроприводах, які експлуатуються на даний час, з метою регулювання робочого зусилля у відповідності до зміни кліматичних температурних умов найбільше розповсюдження знайшов відомий метод переналадження параметрів системи керування. Багато робіт присвячено системам зниження навантажень на обладнання екскаваторів шляхом корекції параметрів електроприводу під час температурних збурень [2-3]. В деяких випадках планують зупинку екскаваторів на період дії несприятливих кліматичних чинників: найбільш низьких від'ємних температур, різких перепадів добових температур, високих температур нагрівання електричних машин.

**Постановка задач досліджень.** Всі ці заходи мають епізодичний характер підвищення надійності і не розв'язують задачі постійного та надійного обмеження механічних і теплових перевантажень. Тому, на нашу думку, необхідно здійснювати постійний контроль температури навколишнього середовища і нагріву електричних машин, а системи автоматичної корекції параметрів електропривода екскаваторів, залежно від температурного стану металоконструкцій та електричних машин, повинні виконувати такі функції:

- забезпечувати температурну стабілізацію характеристик в робочому діапазоні температур ( $\tau_{\text{гран.мін.}} \leq \tau \leq \tau_{\text{гран.макс.}}$ );
- проводити зменшення стопорних моментів пропорційно до величини переохолодження ( $\tau_{\text{зовн.}} - \tau_{\text{гран.мін.}}$ ) з метою попередження поломок в механічній частині від холодноламкості при роботі з низькими температурами навколишнього середовища, коли температура зовнішнього повітря  $\tau_{\text{зовн.}}$  стає нижче критичного значення  $\tau_{\text{гран.мін.}}$ ;
- зменшувати величину стопорного струму пропорційно до величини перегріву обмоток електричних машин ( $\tau_{\text{ел.маш.}} - \tau_{\text{гран.макс.}}$ ), що призводить до зниження середньоквадратичного значення струму.

**Матеріали дослідження.** В роботі [4] запропоновано систему температурної стабілізації механічних характеристик, в основу якої покладено принцип стабілізації стопорного струму шляхом зміни завдання регулятора струму у функції нагріву електричних машин. Система дозволяє використовувати властивості параметричної стабілізації як динамічних, так і статичних характеристик контура струму [5].

Для реалізації вказаних задач адаптивного керування при роботі екскаватора в зоні екстремальних температур в систему введено контури регулювання коефіцієнту завдання регулятора струму в функції перегріву електричних машин та переохолодження механічних деталей. Структурна схема адаптивного контуру струму наведена на рис.1, де позначено:  $D_o(p) = p \cdot a_c T_{\mu} (pT_{\mu} + 1) + 1$  - характеристичний поліном контура струму при розрахункових значеннях параметрів;  $\delta k_c = \Delta k_c / k_{c0}$ ,  $\delta R_{я} = \Delta R / R_{я0}$ ,  $\delta k_{\Pi} = \Delta k_{\Pi} / k_{\Pi 0}$  - відповідно відносні значення варіацій коефіцієнта зворотного зв'язку за струмом, активного опору якірного кола, коефіцієнта передачі ТП;  $T_{я0} = L_{я0} / R_{я0}$  - розрахункове значення електромагнітної сталої часу якірного кола системи ТП-Д.

Канали 1 та 2 здійснюють стабілізацію контура струму в зоні робочих температур. Канали 3 та 4 здійснюють адаптацію контуру струму відповідно при перевищенні допустимої температури нагріву електричних машин та при зниженні температури навколишнього середовища нижче критичного значення. Їхня дія направлена на зменшення завдання регулятора струму, а, відповідно, на зниження стопорного моменту привода.

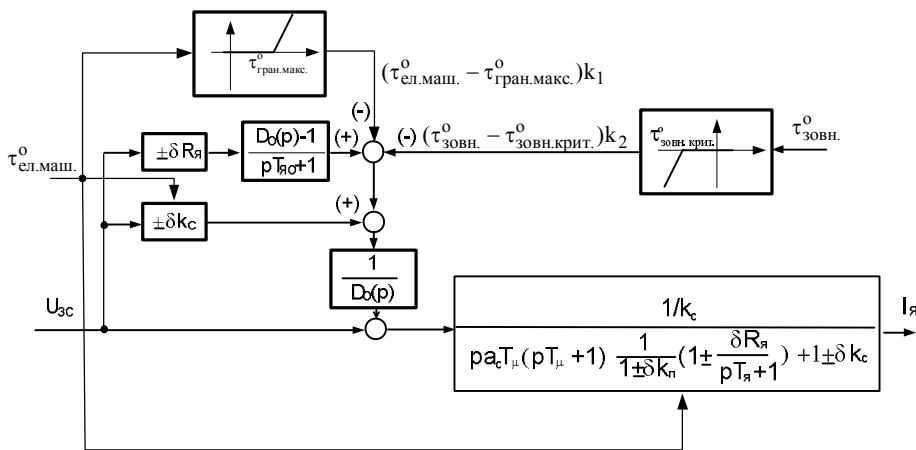


Рис.1. Структурна схема контура струму з каналами адаптації системи до варіації параметрів.

Дієздатність запропонованої схеми адаптивного керування була перевірена на електроприводі механізму обертання екскаватора ЕШ 15/90. На рис.2 наведено осцилограми пуско-гальмівних режимів привода за дії впливу температури нагріву електричних машин. Осцилограма (рис.2,а) відповідає роботі привода з температурою електричних машин  $\tau = +20^\circ\text{C}$ , осц. На рис.2,б – при нагріві до  $\tau = +80^\circ\text{C}$ , а осц. на рис.2,в – при перегріві

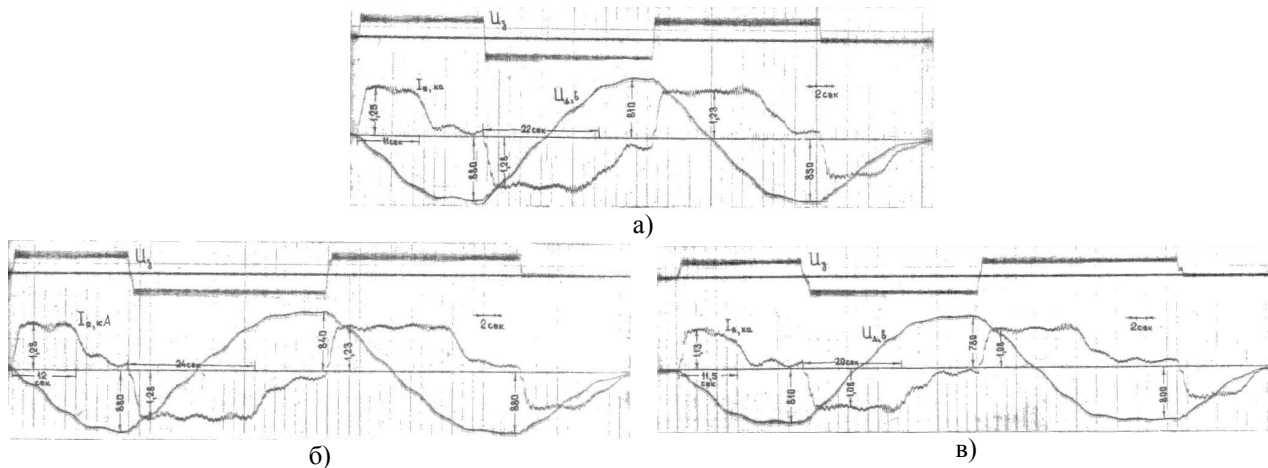


Рис.2. Осцилограми пуско-гальмівних процесів електропривода механізму обертання екскаватора ЕШ 15/90.

електричних машин до  $\tau = +110^\circ\text{C}$  (можлива гранична температура робочого діапазону  $\tau_{\text{гран. макс}} = 100^\circ\text{C}$ ). Аналіз осцилограм показує, що при роботі електропривода в зоні робочих температур (осц. рис.2,а і рис.2,б) величина струму в пуско-гальмівних режимах підтримується на налагоджувальному рівні (при  $\tau = +20^\circ\text{C}$ ) і рівна  $I_r = 1280\text{ A}$ . При перегріві електричних машин внаслідок дії адаптивного каналу 3 струм зменшується до величини  $I_r = 1080\text{ A}$ .

**Висновки.** Введення адаптивної системи керування дозволяє підвищити надійність роботи екскаваторного привода в зоні дії екстремальних температур за рахунок зменшення величини зусиль механізму та перегріву електричних машин, що в свою чергу підвищує інтегральну продуктивність роботи екскаватора.

#### Література.

1. Кох П.И. Климат и надежность машин. М., 1991.
2. Махно Д.Е. Эксплуатация и ремонт карьерных экскаваторов в условиях Севера. М., 1984.
3. Лозинський О.Ю., Цяпа В.Б., Панченко Б.Я., Карплюк Л.Ф. Адаптивне керування екскаваторними електроприводами під час екстремальних температурних впливів // Вісн. ДУ "Львівська політехніка". 1998. № 347. – С.53-63.
4. Лозинський О.Ю., Панченко Б.Я., Цяпа В.Б. Системи адаптивного керування екскаваторними електроприводами // Вестник ХГПУ "Проблеми автоматизованого електропривода" Теорія і практика, 1999. – С.157-159.

---

**ADAPTIVE CONTROL SISTEM FOR EXCAVATOR ELECTRIC DRIVES THAT  
WORKING IN EXTREME TEMPERATURES ZONE**

---

*The flow chart for adaptive current regulator is shown. This regulator forms mechanical characteristic for excavator mechanism that working in extreme temperatures zone.*

*Лозинський О.Ю., Панченко Б.Я., Цяпа В.Б. Робота системи адаптивного керування екскаваторного електроприводу в зоні екстремальних температур – Бібліогр.: 4 назв. – укр.*

Приведено структурну схему адаптивного контуру струму для формування механічних характеристик механізму обертання екскаватора при роботі в зоні екстремальних температур.

**Ключові слова:** пуско-гальмівні режими, момент статичного навантаження, момент інерції, варіації опору.

*Lozynsky O.Y. Panchenko B.Y. Tsyapa V.B. Adaptive control system for excavator electric drives that working in extreme temperatures zone.: 4 titles. - ukr.*

The flow chart for adaptive current regulator is shown. This regulator forms mechanical characteristic for excavator mechanism that working in extreme temperatures zone.

**Keywords:** start and brakes regimes, static load moment, moment of inertia, variation of resistance.