

До питання вибору критерія ефективності для систем автоматизованого керування тяговими електроприводами автономних транспортних засобів

Олександр Аніськов, Роман Пархоменко

Кафедра електропостачання та ресурсозбереження, Криворізький технічний університет, УКРАЇНА, м. Кривий Ріг, вул. 22 п'ятого з'їзду, 17, E-mail: aniskov@softproject.com.ua

Ключові слова – Criterion of efficiency, the storage battery, the electric drive, automatic control, Savings of resources.

I. Вступ

З кожним роком зростає обсяг перевезень малогабаритного вантажу на залізничних вокзалах, у вантажних портах, складських приміщеннях і т.д. Для виконання такого роду технологічних процесів використовується досить великий парк електронавантажувачів, електрокар і іншого напольного безрейкового транспорту, джерелами живлення яких є акумуляторні батареї (АБ). Такі транспортні засоби (ТС) мають істотний недолік – малий час пробігу між двома зарядами АБ. Якщо врахувати, що АБ заряджається 6-8 годин, а розряджається за 2-3 години, то можна зробити вивід про те, що ТС більшу частину робочого циклу простоє на зарядній станції. У зв'язку із цим перед фахівцями гостро ставиться питання про енергозбереження в сфері діяльності електричного транспорту.

II. Основна частина

Можливості вдосконалювання існуючих АБ у цей час практично вичерпані. Іншим напрямком по вдосконалюванню таких ТС є установка напівпровідникових систем керування тяговим приводом, які збільшують час міжзарядного пробігу ТС, але приводять до появи додаткових втрат, пов'язаних із процесами комутації. Незалежно від виду системи керування в приводі виникають втрати, викликані навантаженням і її зміною.

Питанням розробки й удосконалювання систем керування тяговими електроприводами автономних транспортних засобів, спрямованих на підвищення ефективності їх функціонування, присвячена достатня кількість робіт і відповідно питання розробки критеріїв оптимізації технологічних процесів завжди було актуальною проблемою.

Розробка методів і засобів підвищення енергетичної ефективності систем тягового електропривода немислима без вибору найбільш прийняттого варіанта з погляду узагальненого критерію ефективності, за допомогою якого можливо об'єктивно проводити порівняльну оцінку різних тягових приводів, систем

заряду АБ, режимів експлуатації й вибрати найбільш прийнятний варіант.

При проектуванні систем тягового електропривода автономних транспортних засобів перед дослідником встає складне завдання вибору найбільш прийняттого критерію ефективності. Проблемі вибору критерію ефективності присвячене багато робіт, але вона залишається актуальною. Істотний внесок у розв'язок подібного роду проблем був зроблений В.М. Глушковим, А.Г. Ивахненко, Р. Беллманом, Л.С. Понтрягиным, Л.А. Панським, В.З. Козиним, А.Н. Маркотою, А.С. Давидковичем і ін. Однак, розроблені на сьогоднішній день критерії керування, як чисто технологічні, так і техніко-економічні або економічні можуть бути прийнятними для певних умов виробництва, але їх не можна застосовувати на всіх ієрархічних рівнях автоматизованого керування, і тому необхідне узгодження при їхньому використанні.

Так, наприклад, серед останніх розробок у цій області можна відзначити узагальнений критерій ефективності для синтезу й порівняльної оцінки різних систем тягового електропривода, запропонований Аносовим В.Н. у його докторській [1] дисертаційній роботі.

На думку автора, вибір часу пробігу як критерію ефективності роботи акумуляторних транспортних засобів доцільний з економічної точки зору й може бути використаний при проектуванні тягових електроприводів і їх порівнянні між собою при виборі конкретного типу електропривода.

Критерій ефективності, запропонований у роботі Аносова В.Н., де в якості показника обраний час міжзарядного пробігу, визначається виразом:

$$T = \int_0^{T_u} \frac{1}{P(t)} \times W'(t) dt, t \in [0, T_u], \quad (1)$$

де $P(t)$ – потужність на валу тягового електродвигуна;
 $W(t)$ – енергія, що віддається АБ.

Даний критерій, за твердженням автора, може вважатися узагальненим критерієм ефективності. Однак слід зазначити, що запропонований Аносовим В.Н. критерій складно назвати критерієм ефективності – це є показник часу міжзарядного втечі й не більш, тому

що ефективність він відбиває лише побічно й не враховує вартісної оцінки технологічної операції (ТО).

Основна проблема в цьому питанні полягає в тому, що донедавна було відсутнє чітке визначення самого поняття «ефективність», і в якості критерію ефективності багато дослідників пропонували різні показники – як чисто технічні, так і економічні або техніко-економічні.

Розв'язком завдання створення показника ефективності використання ресурсів на початку нинішнього століття займався Луценко І.А., який є одним із провідних спеціалістів у цій області. Він розробив також загальну теорію оцінювання технологічної операції, тому що в рамках самої економічної теорії критерій ефективності відсутній.

Згідно з теорією, запропонованою Луценко І.А.[2], будь-який технологічний процес - це перетворення вхідних (сировинних) продуктів у вихідний (готовий) продукт. Цей процес має сенс тільки в тому випадку, коли вартісна оцінка вихідного продукту більше вартісної оцінки вхідних продуктів. Якщо позначити вартісну оцінку i -ї партії вхідної продукції pe_i , а вартісну оцінку j -ї партії вихідної продукції re_j , одержимо

$$\sum pe_i > \sum re_j \quad (2)$$

Умова (2) дотримується на певному інтервалі, за межами якого здійснення технологічного процесу втрачає економічний зміст, оскільки процес перетворення стає збитковим. Зрозуміло, що в рамках інтервалу економічно обґрунтованого керування можна вибрати такий режим функціонування ТП, при якому віддача від процесу перетворення буде максимальною.

У загальному випадку вираження для оцінки технологічної операції має вигляд

$$E = \frac{\int_{t_1}^{t_1+\Delta} \left[\int_0^v \left(\int_0^\xi pe(\tau) d\tau \right) d\xi - \int_0^v \left(\int_0^\xi |re(\tau)| d\tau \right) d\xi \right] dv}{\int_0^v \left[\int_0^\xi |re(\tau)| d\tau - \int_0^\xi pe(\tau) d\tau \right] d\xi} dv \quad (3)$$

де re – вартісна оцінка вхідної продукції технологічної операції;

pe – вартісна оцінка вихідної продукції технологічної операції;

E – ефективність використання ресурсів технологічної операції;

t_1 – момент логічного завершення технологічної операції.

Для систем дискретного керування, рівняння (3) приймає вигляд (4)

$$E = \frac{\sum_{m=n_1}^{n_1+\Delta} \sum_{k=n_H}^n \sum_{g=n_H}^n (pe_{k,m,g} - |re_{k,m,g}|)}{\sum_{m=n_H}^{n_1} \sum_{k=n_H}^n \sum_{g=n_H}^n (|re_{k,m,g}| - pe_{k,m,g})} \quad (4)$$

де n_1 – вузол логічного завершення технологічної операції.

Для простих технологічних операцій може бути отримане аналітичне вираження (5) для оцінки ефективності використання ресурсів

$$E = \frac{(pe - re)^2}{pe \times re (n_{pe} - n_{re})^2} \quad (5)$$

де pe – вузол реєстрації вихідної партії продукції;
 re – вузол реєстрації вхідної партії продукції.

Вираз (5) зручно використовувати для оцінки ефективності квазивстановившихся процесів автоматичного керування.

Отримані вирази дозволяють реалізувати нові покоління автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП) за критерієм ефективності використання ресурсів. Оскільки показник ефективності використання ресурсів з успіхом може використовуватися в якості критерію керування для всіх без винятку підсистем АСК ТП, керування на всіх ієрархічних рівнях виходить погодженим за критерієм ефективності.

Висновок

На мою думку, у якості узагальненого критерію ефективності для синтезу й порівняльної оцінки різних систем тягового електропривода автономних транспортних засобів найбільш прийнятний критерій, розроблений доктором технічних наук Луценко І.А., який також дозволить побудувати на його основі системи керування тяговими електроприводами, спрямовані на підвищення ефективності їх функціонування й ресурсозбереження.

References

- [1] Аносов В.Н. Методи й засоби підвищення ефективності систем тягового електропривода автономних транспортних засобів. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктори технічних наук – Новосибірськ: на правах рукопису, 2008. – 35с.
- [2] Луценко І.А. Технології ефективного управління. - Кривий Ріг: НП "Видавничий дім", 2004. – 152с.