

РЕКУПЕРАЦІЯ ЕНЕРГІЇ В ЛІФТОВИХ МЕХАНІЗМАХ

У даній статті описано проблеми економії електроенергії ліфтовими механізмами з електроприводами в багатопверхових будівлях та представлено спосіб рекуперації енергії в різних режимах роботи підіймального механізму за допомогою запропонованого методу.

Вступ. На сьогоднішній день тема енергозбереження актуальна у всьому світі. Впровадження енергозберігаючих технологій відбувається у всіх сферах діяльності людини. На енергозбереження в ліфтобудуванні ще не звертали такої пильної уваги, хоча споживання електроенергії ліфтом за загальними показниками середньостатистичної будівлі займає значну долю (до 15%) [1, с. 32]. Збереження, накопичення та повторне використання цієї електроенергії являється важливою науково-технічною задачею як в рамках одного ліфта, так і в межах всієї країни.

Принцип роботи. Рекуперація (від лат. *Recuperatio* – «зворотне отримання») – повернення частини енергії для повторного використання в тому ж технологічному процесі. В нашому випадку – перетворення електричної енергії мережі в кінетичну енергію ліфта і навпаки, при певних умовах генерування електричної енергії під час руху ліфта з великим дисбалансом кабіни відносно противаги. Зазвичай ліфтова система складається з кабіни, лебідки, противаги та станції керування. Противага необхідна для балансування ваги частково навантаженої кабіни. В результаті цього противага важча, ніж порожня або частково заповнена людьми кабіна, але легша, ніж повністю завантажена кабіна. Енергія мережі витрачається, коли повністю завантажена кабіна рухається вгору, або коли злегка завантажена кабіна рухається вниз. Схематичну модель даних процесів представлено на рис. 1. Коли мало завантажена кабіна рухається вгору, або сильно завантажена кабіна рухається

вниз, двигун починає працювати в ролі електрогенератора (рис. 2).

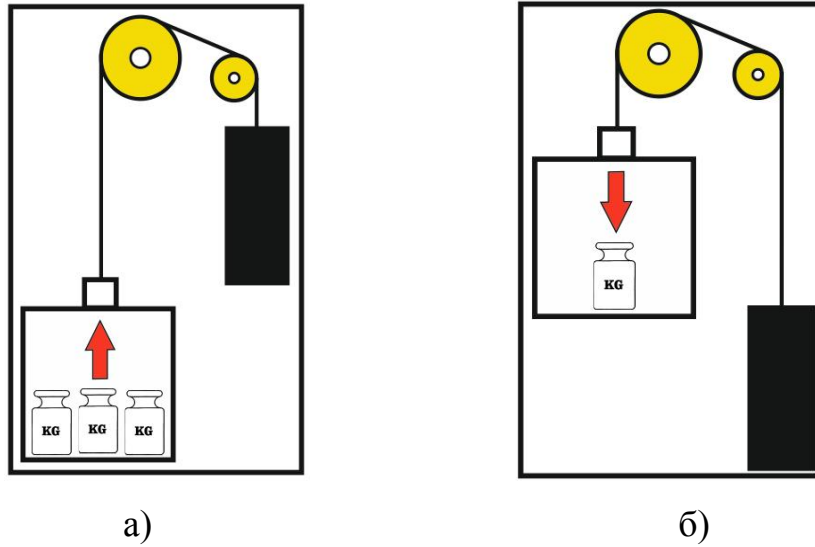


Рис. 1. Схематична модель роботи ліфтового механізму в режимі споживання електроенергії: а) повністю завантажена кабіна рухається вгору; б) злегка завантажена кабіна рухається вниз

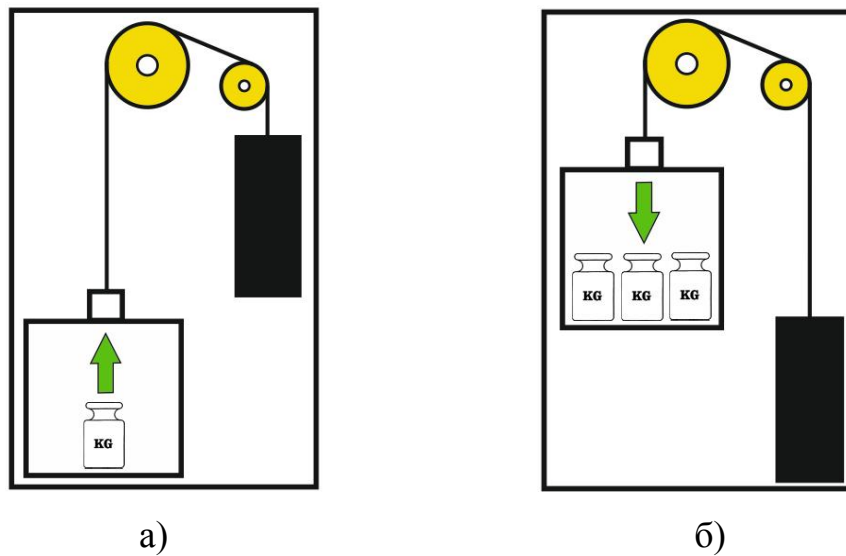


Рис. 2. Схематична модель роботи ліфтового механізму в режимі генерації електроенергії: а) мало завантажена кабіна рухається вгору; б) сильно завантажена кабіна рухається вниз

У випадку споживання електроенергії 3-фазний струм через частотний перетворювач в керованому режимі подається на електродвигун. У приводі, що

не використовує регенерацію енергії, її надлишки, вироблені перетворювачем частоти, розсіюється на гальмівному резисторі (рис. 3) [2, с. 126].

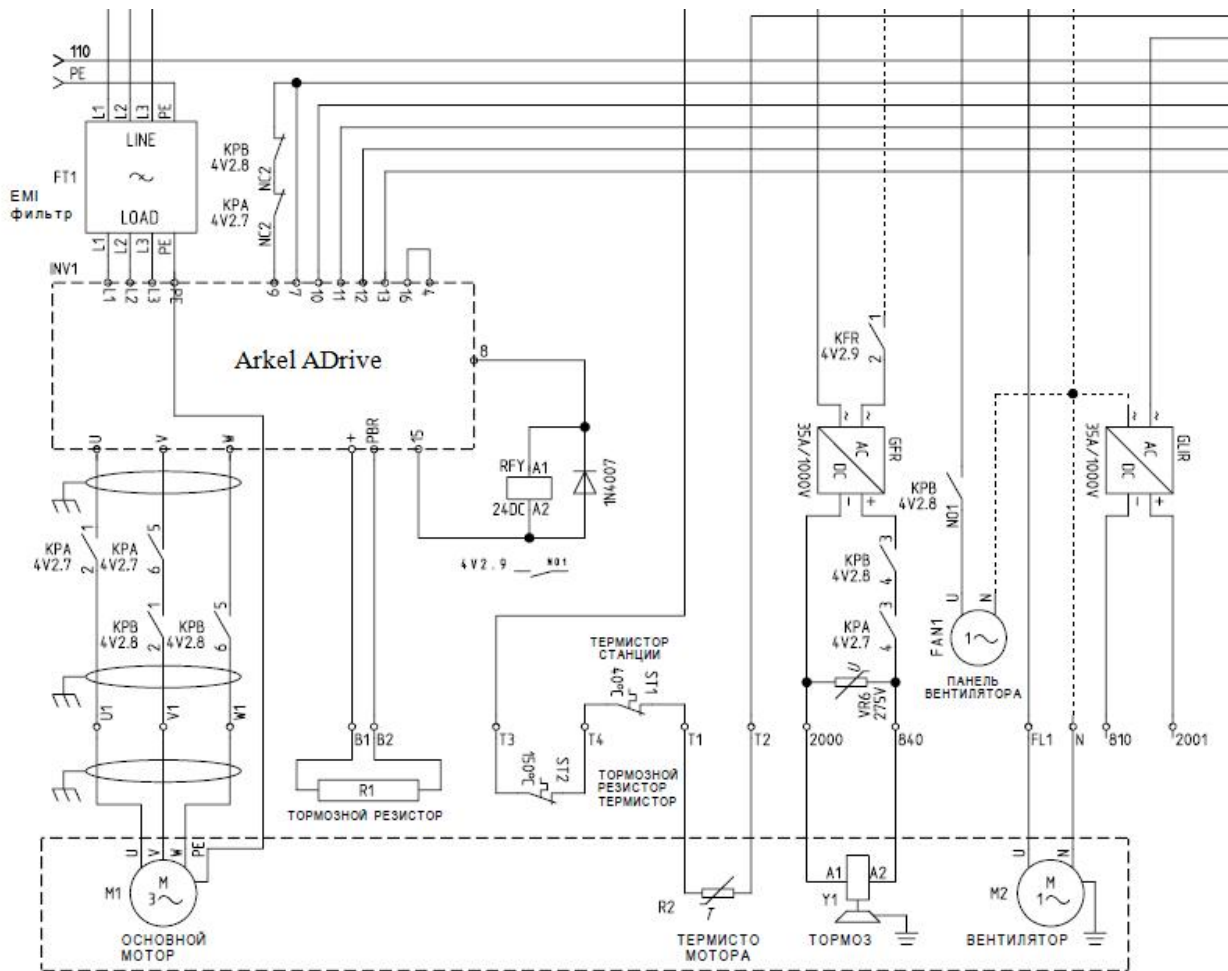


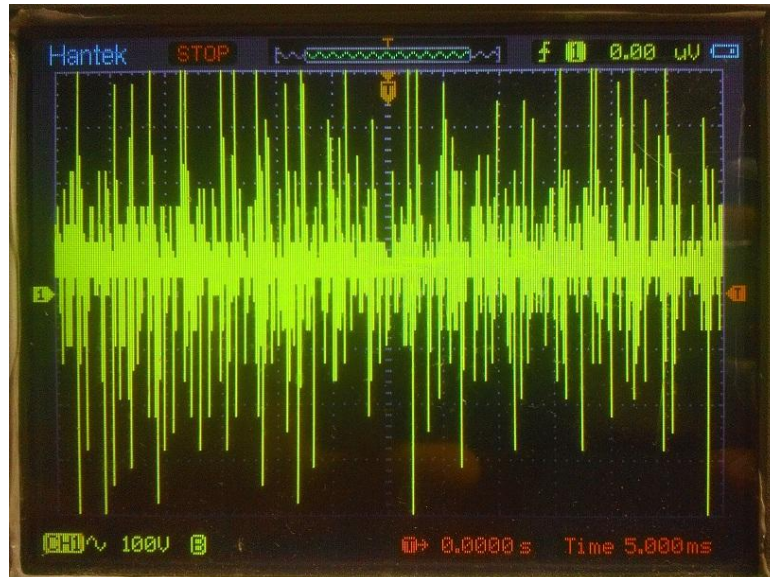
Рис. 3. Фрагмент схеми підключення гальмівного резистора в станції керування Arkel з частотним перетворювачем ADrive

Застосування гальмівних резисторів має ряд недоліків:

- великі габарити гальмівних резисторів;
- розігрів їх поверхні до високих температур – вище 100 °С;
- обов’язковий захист від попадання пилу, вологи і т.д.;
- необхідність системи відведення тепла.

Експеримент. Відповідно до рис. 2, було запущено малозавантажену кабину на підйом у шахті довжиною 50 м. Осцилограми викидів регенованої енергії представлені на рис. 4. В результаті експерименту було встановлено, що

коли ліфт переходить на велику швидкість, майже по всій траєкторії руху спостерігалась присутність викиду регенованої енергії розмахом до 2000 В. Даний експеримент було проведено на редукторному двигуні вантажопідйомністю 1000 кг.



а)



б)

Рис. 4. Осцилограми розмаху викидів імпульсів регенованої енергії з двигуна на гальмівний резистор: а) $t=5$ мс, 100 В/кл.; б) $t=50$ мс, 100 В/кл.

Існує пряма залежність ефективності рекуперації енергії від типу приводу

(асинхронний двигун з черв'ячним редуктором), або ж безредукторний синхронний двигун. Відомо, що синхронні безредукторні лебідки мають ККД набагато вищий відносно асинхронних редукторних лебідок. На редукторних лебідках можна регенерувати теоретично до 20% від загальної спожитої енергії. Компактний синхронний електродвигун, який приводиться в дію постійними магнітами, дозволяє економити до 40% енергії від загально спожитої. Таким чином, кількість економії енергії залежить від багатьох факторів, таких як: завантаження кабіни, швидкості руху ліфта, типу застосованої лебідки, висоти підйому і т.д.

Енергетична ефективність пасажирського ліфта експериментально визначена і приведена на рис. 5.

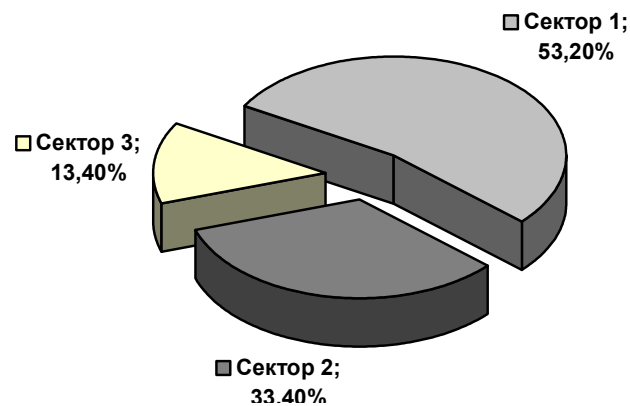


Рис. 5. Енергетична ефективність ліфтових підймальних механізмів:

Сектор 1 – Витрати електроенергії редукторної лебідки.

Сектор 2 – Витрати електроенергії безредукторної лебідки.

Сектор 3 – Витрати електроенергії безредукторної лебідки в парі з пристроєм рекуперації.

Для ліфта вантажопідйомністю 1000 кг споживана потужність електродвигуна буде дорівнювати: для редукторної лебідки – асинхронний двигун потужністю 11 кВт, для безредукторної лебідки з синхронним двигуном – 6,9 кВт і для безредукторної лебідки з синхронним двигуном в парі з блоком рекуперації – 4,14кВт (2,76 кВт повертається блоком рекуперації).

Запропонований пристрій рекуперації енергії. Використання енергії, що надходить від електродвигуна ліфта у генераторному режимі під час руху кабіни ліфта із великим дисбалансом кабіни відносно противаги, здійснюється наступним чином (рис. 6). Вхід трифазної напруги (L1, L2, L3) організовано через ввідний пристрій на частотний перетворювач, який, в свою чергу, живить електродвигун.



Рис. 6. Блок-схема пропонованого пристрою рекуперації енергії

Специфіка роботи частотних перетворювачів така, що він містить трифазний випрямляч і коло постійного струму (DC шина), до якої під'єднується гальмівний резистор. Пропонується замість гальмівного резистора встановити блок накопичення енергії, який складається із суперконденсаторів та акумуляторів. Гальмівний резистор можна виключити із системи повністю, або ж залишити, як елемент додаткового захисту, під'єднавши через захисний пристрій. Якщо блок накопичення енергії буде повністю заповнений рекуперованою енергією і вона в цей час буде споживатись менш інтенсивніше, пристрій захисту перенаправить потік регенерованої енергії на гальмівний резистор.

Висновки. Актуальність питання енергозбереження вимагає детального розгляду як з наукової, так і з технічної точок зору. Енергетична ефективність пристрою рекуперації підтверджена рядом експериментів і складає 20–40% в

залежності від ряду факторів: типу лебідки, висоти підйому, завантаженості кабіни ліфта тощо. В даній статті пропонується пристрій рекуперації енергії, який використовує блок накопичення енергії у вигляді поєднання суперконденсаторів та акумуляторів. Це дозволяє максимально швидко акумулювати енергію, яка рекуперується, підвищує термін експлуатації акумуляторних батарей, дозволяє адаптувати дану систему в будь-яку сучасну станцію керування ліфтом та значно знижує собівартість споживаної електроенергії.

Література:

1. ДСТУ EN 81-1-2003. EN 81-1:1998. IDT. Норми безпеки до конструкції та експлуатації ліфтів. Частина 1. Ліфти електричні.
2. ARL-300. Система управління лифтом. Электрические схемы [Електронний ресурс] // Arkel Elektrik Elektronik Tic. Ltd. Sti. – 2009. – 2006. – Режим доступу: <http://www.arkel.com.tr/>