

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОСТАТНО-РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ У СИСТЕМІ ІМПУЛЬСНОГО РЕГУЛЮВАННЯ СЕРІЄСНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

В даний час в електротранспорті застосовуються електроприводи з серієсними електродвигунами постійного струму. Область застосування електроприводів постійного струму з двигунами послідовного збудження (ДПЗ) досить широка - тяговий електропривод рухомого складу міського та залізничного транспорту. Пов'язано це з тим, що зміна моменту навантаження для даних механізмів добре узгоджується з електромеханічною характеристикою ДПЗ. Істотним чинником підвищення рентабельності роботи електротранспорту в цілому може бути заміна існуючого ТЕП на більш сучасні їх види.

Існує кілька схем регулювання швидкості серієсного двигуна постійного струму (ДПС), це: реостатному і імпульсна схеми.

Найбільш поширена реостатною схема регулювання швидкості серієсного ДПС [1], має такі недоліки як:

- наявність великої кількості контактної апаратури;
- втрати в пускових резистора, що знижують ККД;
- наявність додаткового обладнання для підтримки струму збудження в режимі динамічного гальмування;
- необхідність проведення частих діагностик і технічного обслуговування, що підвищує витрати на експлуатацію рухомого складу.

Отже, даний вид тягового електропривода (ТЕП) є досить неефективним і не електроенергоекономічним.

З розвитком силової електроніки найбільш раціональним способом усунення недоліків, наведених вище, є застосування імпульсних регуляторів частоти обертання ДПС, що дозволяє знизити до мінімуму число одиниць контактної апаратури і знизити споживання електроенергії в режимі пуску, гальмування, вибігу [2].

Імпульсна схема є більш економічною, але в режимі електромагнітного гальмування вимагає наявності додаткового обладнання, для підтримки струму в обмотці збудження. Тому авторами була запропонована модернізація

імпульсної схеми, яка дозволить спростити її та зробити ТЕП більш електроенергоекономічним.

Актуальністю даної статті є необхідність дослідження електромагнітних процесів в модернізованій схемі імпульсного регулювання в режимі рекуперативно-реостатного гальмування.

При моделюванні були прийняті наступні допущення: магнітна система двигуна не насичена, так само не враховувалося вплив реакції якоря.

Технічні характеристики тягового двигуна 1ДТ-003.5У [3]:

- номінальна напруга, $U = 750$ В;
- потужність, $P = 235$ кВт;
- сила струму, $I = 300$ А;
- частота обертання, $n = 1250$ хв-1;
- маса, $m = 2300$ кг.

Параметри імітаційної моделі цього двигуна розраховувалися за методикою, наведеною в [4].

Метою цієї статті є дослідження електромагнітних процесів у вдосконаленій схемі з регулювання частоти обертання тягового електродвигуна постійного струму послідовного збудження (ДПВ) 1ДТ-003.5У в режимі реостатно-рекуперативного гальмування при різних співвідношеннях струму якоря та струму збудження.

Дане дослідження проводилось на базі досліджень [5, 6].

Проведено дослідження електромагнітних процесів у режим гальмування за умови рівності струму обмотки якоря двигуна і струму обмотки збудження при значеннях :

$I_{ном}$, яке дорівнює 300 А, $0,75I_{ном}$, $0,5I_{ном}$, $0,25I_{ном}$.

Результати досліджень наведені на рис. 2

В результаті проведених досліджень визначили прямолінійну залежність струму рекуперації і гальмівного моменту від струму якірної обмотки двигуна і струму обмотки збудження – при їх збільшенні підвищуються гальмівний момент і струм рекуперації.

Проведемо дослідження електромагнітних процесів при різних співвідношеннях струму якоря двигуна і струму збудження обмотки за умови постійності гальмівного моменту.

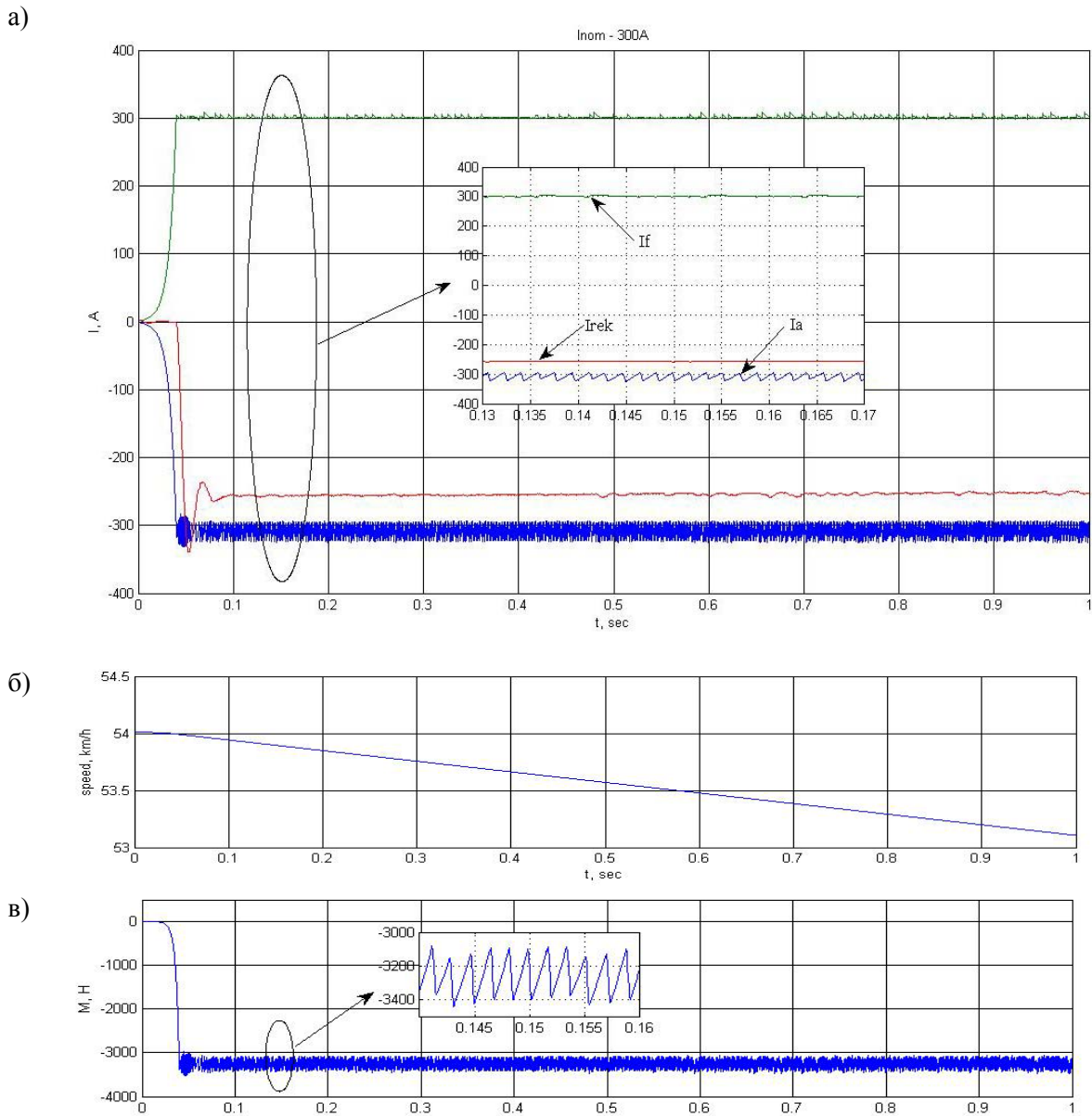


Рис. 2. Графічні залежності, що ілюструють результати моделювання: а) осцилограма струмів обмоток якоря (I_a) і збудження (I_f) в режимі $I_a = I_f = 300A$; б) швидкість гальмування; в) гальмівний момент;

Задаємо значеннями гальмівного моменту величиною 1 кН, 2 кН, 3 кН, 4 кН. Для гальмівного моменту 1 кН отримуємо графічні залежності, наведені на рис. 3.

Зважаючи на здатність даної схеми працювати з різними співвідношеннями струмів обмоток якоря та збудження можна зробити висновок про те, що модернізована схема дозволяє використовувати ДПЗ як двигун постійного струму незалежного збудження з отриманням відповідних експлуатаційних характеристик.

Для отриманих значень струмів при кожному моменті гальмування будуємо залежності та отримуємо сімейство кривих, наведене на рис. 4.

В результаті проведених досліджень отримали значення співвідношень струмів, за

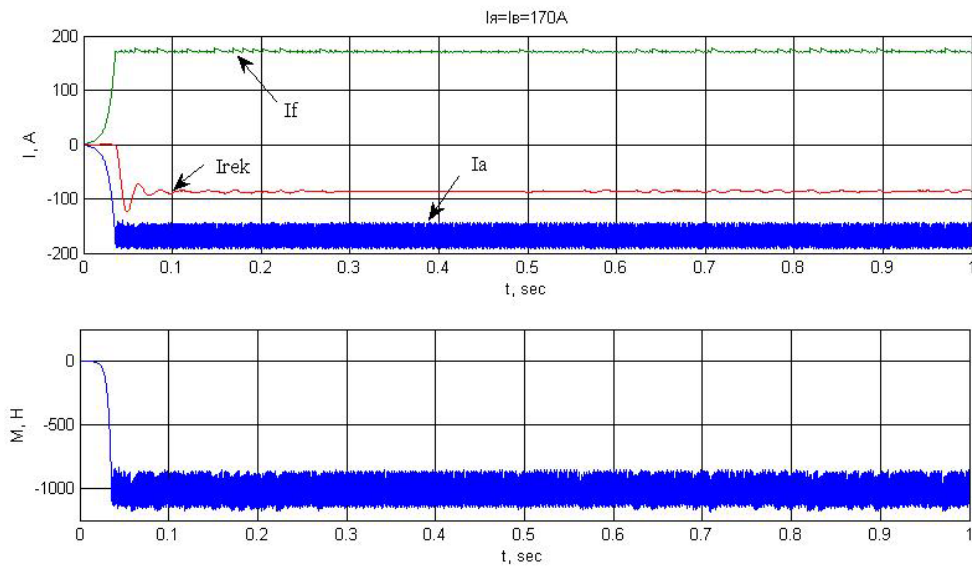
якими можливе здійснення певного гальмівного моменту при заданому струмі рекуперації, перевищення якого неприпустиме для тягової електромережі в разі відсутності споживачів на відповідній ділянці залізниці.

Висновки:

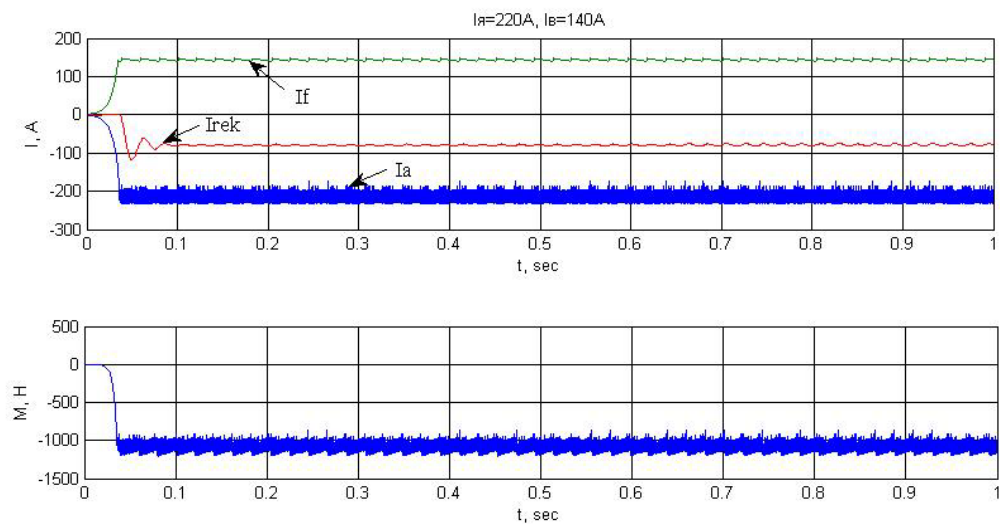
1. Проведено моделювання електромагнітних процесів широтно-імпульсного регулювання струму тягових електродвигунів постійного струму в режимі рекуперативно-реостатного гальмування.

2. Побудовано сімейство кривих співвідношень струмів обмоток якоря, збудження та струму рекуперації для гальмівних моментів 1 кН, 2 кН, 3 кН, 4 кН.

a)



б)



в)

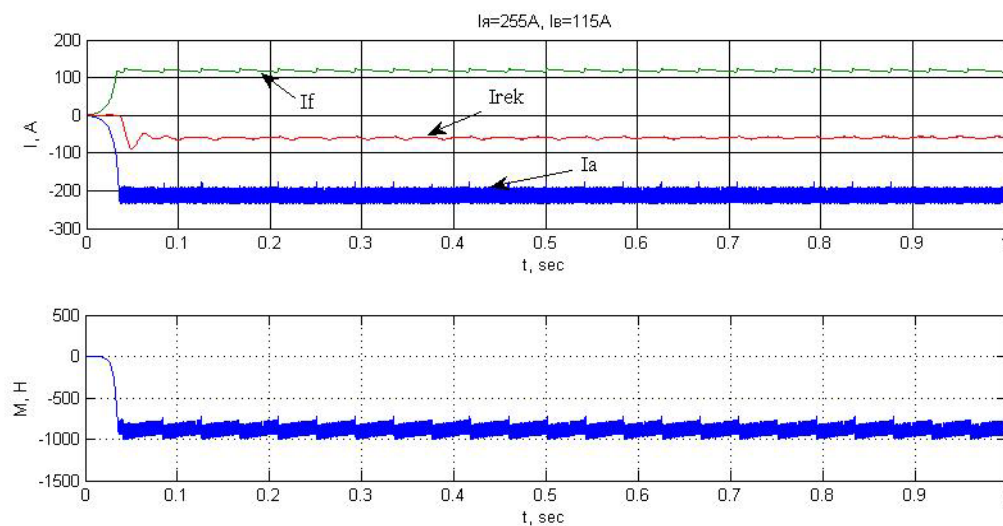


Рис. 3. Графічні залежності, що ілюструють результати моделювання рекуперативно-реостатного режиму гальмування електропоїзда при різних співвідношеннях струмів обмоток якоря (I_a) і збудження (I_f) для моменту 1 кН (а-г): а) режим $I_a = I_f = 170\text{A}$; б) режим $I_a = 220\text{A}$ $I_f = 140\text{A}$; в) режим $I_a = 255\text{A}$ $I_f = 115\text{A}$

г)

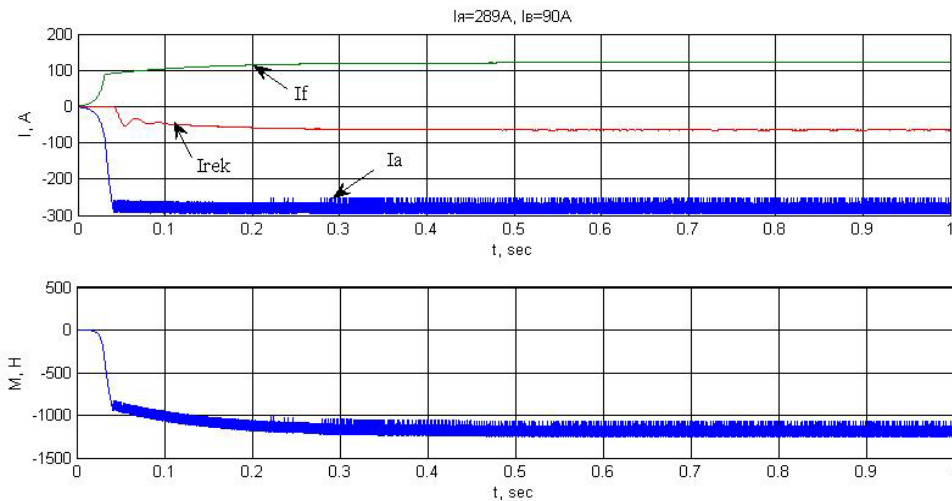


Рис. 3. Графічні залежності, що ілюструють результати моделювання рекуперативно-реостатного режиму гальмування електропоїзда при різних співвідношеннях струмів обмоток якоря (I_a) і збудження (I_f) для моменту 1 кН: г) режим $I_a=289A$ $I_f=90A$;

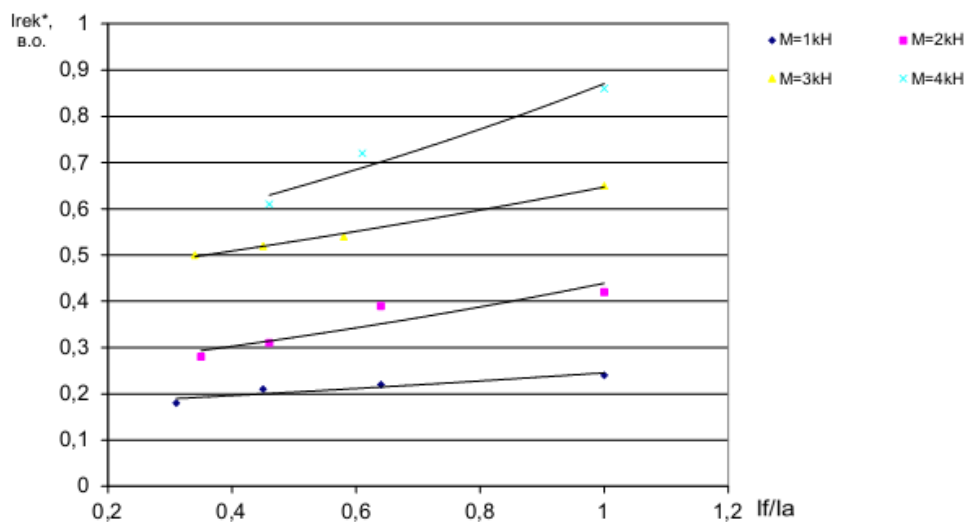


Рис. 4. Сімейство кривих співвідношень струмів для гальмівних моментів 1 кН, 2 кН, 3 кН, 4 кН

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Электричные машины та микромашини / В. П. Метельський – Запоріжжя : ЗНТУ, 2005. – 616 с.
2. Тугов Н. М. Полупроводниковые приборы / Н. М. Тугов, Б. А. Глебов, Н. А. Чарыков. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
3. Пегов Д. В. Руководство по устройству электропоездов ЭТ2, ЭР2Т, ЭД2Т, ЭТ2М / Д. В. Пегов, П. В. Бурцев, В. Е. Андреев – М. : Центр коммерческих разработок, 2003. – 184 с.
4. Герман-Галкин С. Г. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК / С. Г. Герман-Галкин, Г. А. Кардонов. – СПб. : Учитель и ученик, Корона-принт, 2003. – 256 с.
5. Андриенко П. Д. Исследование динамики серийного электродвигателя с различными импульсными схемами регулирования /

П. Д. Андриенко, А. О. Каплиенко, С. И. Шило // Электротехника та електроенергетика. – 2007. – № 1. – С. 1–5.

6. Андриенко П. Д. Исследование режимов торможения в системе импульсного регулирования серийного электродвигателя / П. Д. Андриенко, С. И. Шило, И. Ю. Немудрый // Электротехника та електроенергетика. – 2007. – № 2. – С. 11–14.

Ключові слова: электродвигун, послідовне збудження, постійний струм, рекуперація, гальмування, імпульсне регулювання

Ключевые слова: электродвигатель, последовательное возбуждение, постоянный ток, рекуперация, торможение, импульсное регулирование

Keywords: electric motor, series exciting, direct current, recuperation, braking, pulse control.