

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ У ВИПРЯМНОМУ АГРЕГАТІ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

## RESEARCH OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN TRACTION SUBSTATION RECTIFIER UNIT

Стабілізація електричної енергії в контактній мережі постійного струму можлива шляхом застосування сучасних типів випрямних агрегатів. Включення цих агрегатів до складу замкнутих систем автоматичного регулювання (САР) дасть змогу вирішити питання електромагнітної сумісності тягової підстанції постійного струму з контактною мережею [1, 3]. В умовах зростання вимог до якості електричної енергії на залізниці та з огляду на стрімкий розвиток силової напівпровідникової електроніки з'являється можливість використання на тягових підстанціях постійного струму випрямних установок з широтно-регульованим вольтдодавальним перетворювачем (ВДП). [3] Використання таких установок вимагає ретельного дослідження електромагнітних процесів, що протікають у них.

Дослідження електромагнітних процесів за допомогою імітаційного моделювання проводилося для частоти дискретності широтно-регульованого ВДП  $f_{ВДП} = 5$  кГц. Параметри регулятора напруги

$$W_1(p) = \frac{T_1 p + 1}{T_2 p} \quad (1)$$

та Г-подібного пасивного LC-фільтра:

$$T_2 = 4,033 \cdot 10^{-5}, \quad T_1 = 2,094 \cdot 10^{-4} \quad \text{при} \\ L = 1,5 \text{ мГн}, \quad C = 15 \text{ мкФ}.$$

При цьому розглядалася робота низькочастотного каналу регулювання напруги випрямного агрегату з ВДП у випадку ступінчастої зміни сигналу завдання на вході САР на 0,5 В для дослідження характеристик перехідного процесу в системі. Результати імітаційного моделювання для першого випадку ступінчастої зміни сигналу завдання на вході низькочастотного каналу САР подано на рисунку, на якому наведено криву напруги навантаження. Її аналіз показує, що перехідний процес в САР закінчується за три тактові інтервали дискретності ВДП (за час  $t_{\text{тп}}$ ), що підтверджує достовірність теоретичних передумов та свідчить про реалізацію в низькочастотному каналі процесів кінцевої тривалості [2].

Отже, для дослідження стабілізуювальних властивостей низькочастотного каналу САР у процесі імітаційного моделювання стрибком змінювалася величина навантаження у вихідному ланцюзі випрямляча з 5 до 2,22 Ом [4, 5] за рахунок включення в паралель з основним активно-індуктивним ланцюгом навантаження додаткового резистора на 4 Ом. Це відповідає зміні тягового струму з 660 до 1485 А. Реалізація в низькочастотному каналі САР випрямного агрегату з ВДП процесів кінцевої тривалості дозволяє здійснювати стабілізацію вихідної напруги тягової підстанції з максимально можливою швидкістю.

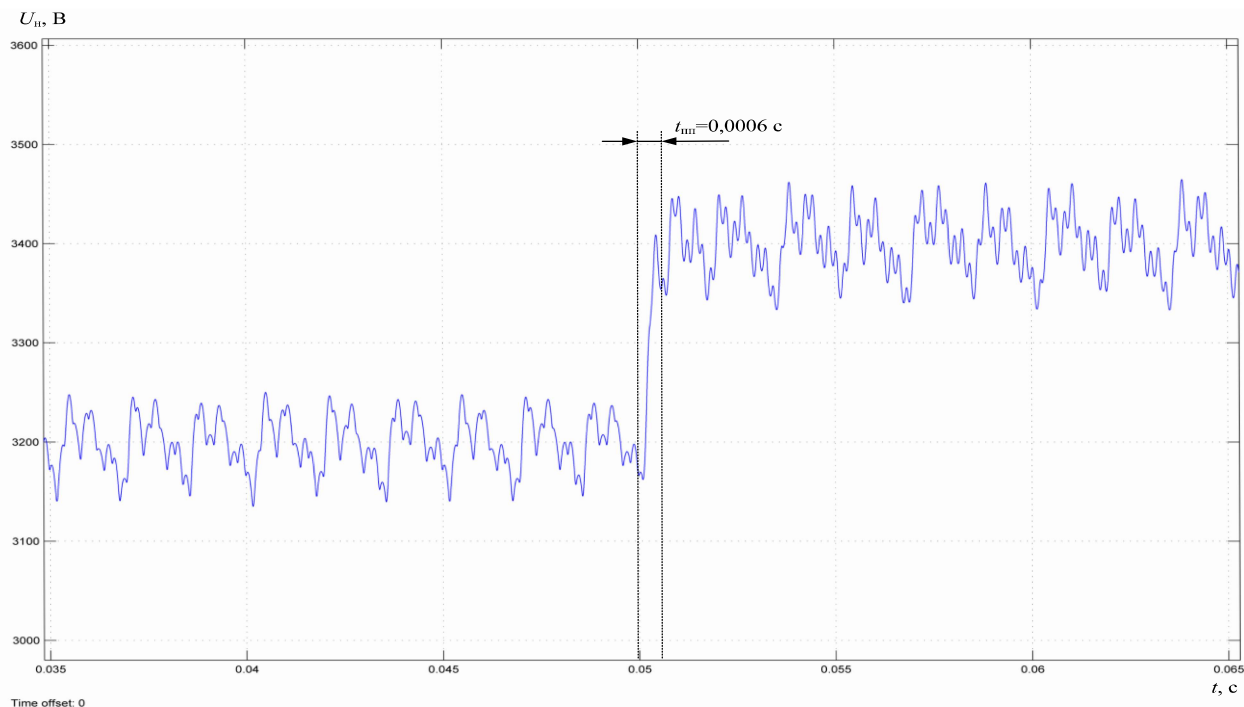


Рис. Результати моделювання при  $f_{ВДП}=5$  кГц

### Список використаних джерел

1. Управляемый выпрямитель в системах автоматического управления [Текст] / [под ред. д-ра техн. наук А. Д. Поздеева]. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 351 с.

2. Иващенко, Д. С. Переходные процессы в электрических цепях со стохастической нагрузкой, характеризующейся непрерывной случайной величиной [Текст] / Д.С. Иващенко, Н.И. Супруновская // Технічна електродинаміка. – К., 2016. – № 4. – С. 17-19.

3. Щербак, Я. В. Динамические свойства системы «тиристорный выпрямитель - сеть» [Текст] / Я. В. Щербак,

Е. В. Ягуп, В. В. Панченко // Технічна електродинаміка. Силова електроніка та енергоефективність. – 2007. – Ч.4. – С. 26 – 29.

4. Ling, S. Digital controller for hybrid filter in HVDC based on approximate inverse system [Text] / S. Ling, Dong-yuan Zhao, Jian-ye Chen, Zan-ji Wang. // Frontiers Of Electrical And Electronic Engineering In China. – 2005. – Vol. 1. – P. 367-370.

5. Hajibeigy, M. A Modified structure of hybrid active DC filter in HVDC system [Text] /M. Hajibeigy, M. Farsadi, Kh. Behboudi Asl // Technical and Physical Problems of Engineering. – 2012. – Vol. 4. – №1. – P. 11-16.