

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСА ПІДВИЩУВАЧА ТИСКУ ВОДИ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

**Вступ і постановка завдання.** Зміни клімату на планеті безпосередньо впливають на погодні умови в Україні. Збільшення кількості місячних норм опадів, різкі коливання температури, сильний вітер, все це призводить до виникнення надзвичайних ситуацій (НС) природного та техногенного характеру, які можуть супроводжуватись пожежами, руйнуваннями та загибеллю людей.

Захист населення від надзвичайних ситуацій різного характеру є першочерговим завданням служби цивільного захисту України. Найбільша кількість НС, які виникли у 2009 році відносяться до НС техногенного характеру, до яких належать пожежі. Ситуація під час ліквідації НС погіршується неможливістю своєчасного впливу на розвиток пожежі шляхом застосування засобів гасіння пожежі. Значний час слідування оперативнорятувальних підрозділів в таких випадках до місця виникнення НС унеможлиблює ефективну ліквідацію пожежі та рятування людей. Приведення в дію систем і засобів протипожежного захисту, якими обладнані об'єкти з масовим перебуванням людей згідно діючих норм і правил, також не завжди можливо з приводу порушення електропостачання. Лише за одну ніч у червні 2010 року внаслідок негоди були знеструмлені 258 населених пунктів у дев'яти областях України. Такі факти знеструмлення непоодинокі. Це засвідчує про те, що для ефективного використання засобів протипожежного захисту необхідно передбачати альтернативне резервне джерело живлення, яке запропоноване в [1]. Тоді при відсутності електропостачання від мережі загального користування живлення електродвигуна електроприводу насоса підвищувача тиску води протипожежного водопостачання у будь-який момент часу здійснюється від автономного джерела з використанням акумуляторних батарей (АБ) і перетворювачів енергії – інверторів напруги. В цьому випадку для раціонального використання запасу енергії джерела необхідно регулювати процесом пуску двигуна.

**Математична модель.** Для побудови математичної моделі електроприводу водяного насоса протипожежного водопроводу застосовано теорію математичного моделювання електромашинувентильних систем (ЕМВС), описану в [2]. Згідно з даним підходом математична модель електромеханічної системи формувалася з математичних моделей її окремих типових елементів, серед яких: електричні машини (трифазний трансформатор, асинхронний двигун), джерело живлення (АБ), RL-ланок з е.р.с., вентильні групи і ін. При формуванні математичної моделі електроприводу насоса використано модель асинхронного двигуна (АД) у фазних координатах на основі параметрів схеми заміщення. Розрахункова схема силової частини електроприводу насоса наведена на рис. 1.

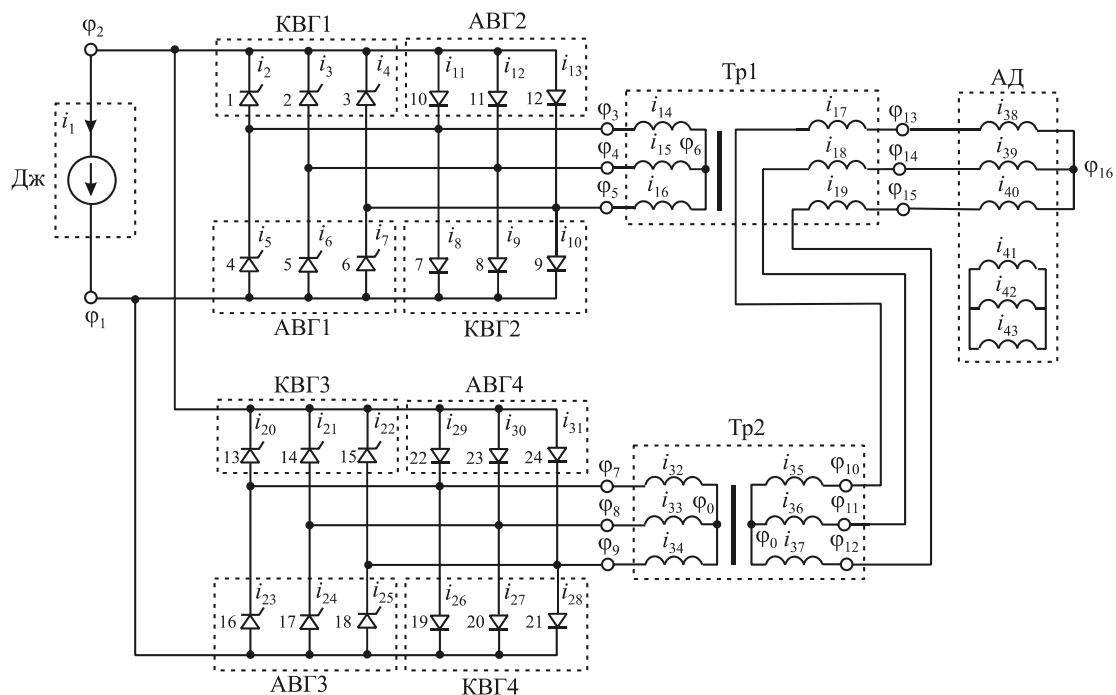


Рис. 1. Розрахункова схема електроприводу

Силовая схема інверторів напруги моделювалася як схема з постійною структурою і змінними параметрами. Вентилі інверторів напруги представлялися ланкою, що складається з послідовно-з'єднаних активного опору та індуктивності, значення яких визначається станом вентиля. Стан вентиля визначається шляхом розв'язання математичної моделі системи керування вентиляльним перетворювачем (інверторів напруги), до складу якої входять логічні рівняння, які визначають умови відкриття і закриття вентилів.

**Результати досліджень.** Параметри асинхронної машини, які використовувалися при розрахунку:  $P_n = 3.0$  кВт,  $n_n = 2860$  об/хв,  $U_n = 380$  В,  $I_n = 6,8$  А.

На рис. 2 наведено розраховані осцилограми струму статора та швидкості асинхронного двигуна в режимі прямого запуску при номінальній напрузі. Даний режим запуску, як видно з отриманих осцилограм, характеризується значними пусковими струмами, значення яких в 4,5 раз перевищують номінальні. Відтак, такий режим запуску негативно впливає на джерело живлення каскадного інвертора, яким є акумуляторна батарея.

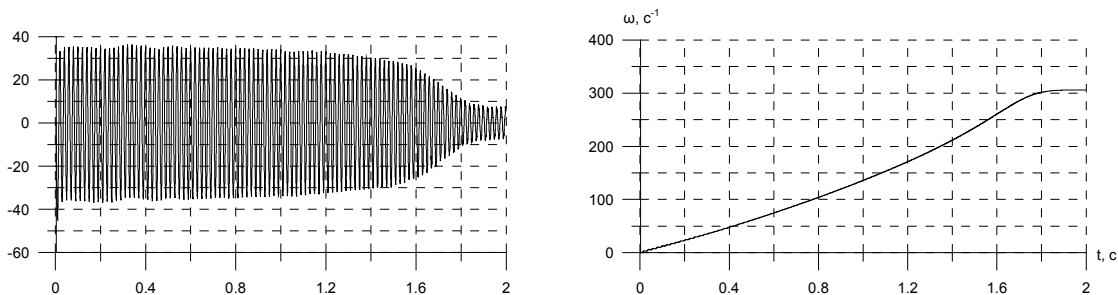


Рис. 2. Розраховані осцилограми струму статора та швидкості АД під час прямого пуску

На рис. 3 – рис. 4 показано результати розрахунку перехідних процесів для режиму частотного запуску АД. Частотний запуск відбувається шляхом ступінчатого (4 ступені) збільшення частоти та амплітуди вихідної напруги каскадного інвертора за законом  $U/f = \text{const}$ . Як видно з отриманих результатів застосування частотного запуску дає змогу зменшити величину пускових струмів з одночасним зменшенням тривалості розгону (в півтора рази), що полегшує роботу акумуляторної батареї.

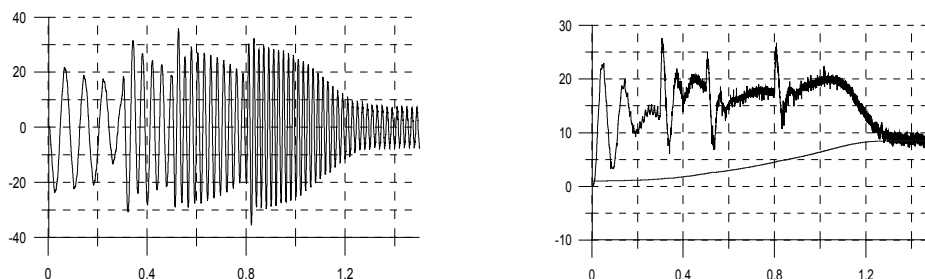


Рис. 3. Розраховані осцилограми напруги живлення інвертора, струму статора, електромагнітного моменту та моменту навантаження АД під час частотного запуску

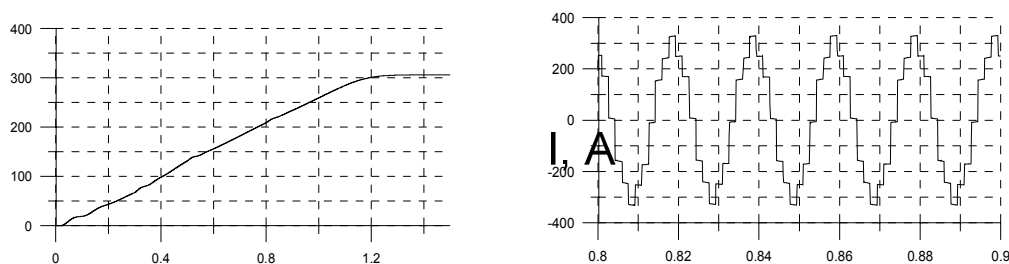


Рис. 4. Розраховані осцилограми швидкості АД під час частотного запуску та фазна напруга живлення статора АД в усталеному режимі

**Висновок.** Для раціонального використання запасу енергії АБ і ефективного приведення в дію насоса підвищувача тиску води системи протипожежного водопостачання запуск привідного АД необхідно здійснювати із зміною частоти напруги живлення за законом  $U/f = \text{const}$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Боднар Г.Й., Шаповалов О. В. Електропривід водяного насоса протипожежного водопроводу з автономним живленням / Вестник Национального технического университета «ХПИ». Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. Выпуск 30 - Харьков.2008. С.355-356.
2. Плахтина Е.Г. Математическое моделирование электромашинно - вентиляльных систем. - Львов: Изд-во при Львов. Ун - те «Вища школа», 1986, 164 с.