

УДК 621.317.38

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ПОМПИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЗА УМОВ СПОТВОРЕННЯ ФОРМИ СИНУСОЇДНОЇ НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ

П.М. Райтер, доктор технічних наук, професор
Івано-Франківський національний університет нафти і газу

В.Б. Васечко, магістрант

Івано-Франківський національний університет нафти і газу

Ключові слова: спотворення форми синусоїдальної напруги, однофазний асинхронний двигун, електропривод помпи, показники ефективності, електропривод.

В умовах війни українська енергетична інфраструктура зазнала значних пошкоджень, що призвело до зниження надійності постачання електроенергії та частих планових та аварійних її відключень. Тому з'явилась потреба в аварійних джерелах живлення на базі малопотужних інверторів та акумуляторних батарей. Однак силові електронні перетворювачі/інвертори, як правило не генерують чистих синусоїдальних сигналів, що призводить до значних спотворень форми кривої напруги. Зниження якості електричної енергії суттєво погіршує експлуатаційні характеристики електромеханічних пристроїв, особливо асинхронних двигунів, у першу чергу це стосується небажаних змін їх механічних характеристик $M = f(s)$. До того ж суттєво зростає споживання повної потужності для забезпечення потрібної активної складової потужності і механічного моменту на валу двигуна і помпи, відповідно зростає спожита електрична енергія від акумуляторної батареї і зменшується період автономної роботи устаткування.[1].

Параметри якості електроенергії в точках приєднання споживачів в нормальних умовах експлуатації мають відповідати параметрам, визначеним у ДСТУ EN 50160:2014 [2]. Несинусоїдальність напруги характеризується двома показниками: коефіцієнтом спотворення синусоїдальності кривої напруги (K_U) та коефіцієнтом n -ї гармонічної складової напруги. Зокрема, коефіцієнти спотворення для $U_{ном} = 0,38$ кВ: нормально припустимі 8,0%, гранично припустимі 12%, для більш високих напруг вони знижуються; нормально припустимі коефіцієнти n -ї гармонічної залежать від парності гармонік та величини напруги $U_{ном}$ і становлять від 6 і нижче відсотків; їх гранично припустима величина збільшується в 1,5 рази.

Для дослідження параметрів роботи приводу асинхронного двигуна, за умов спотворення синуса напруги, у роботі розглядається типовий побутовий циркуляційний насос з електроприводом на базі асинхронного однофазного двигуна регульованої потужності 38-53 Вт, який використовується для індивідуальних систем опалення будівель.

В програмному середовищі Simulink/MANLAB розроблено модель (рис.1), яка дозволяє дослідити роботу однофазного асинхронного електроприводу помпи, що функціонує в замкненому контурі циркуляції теплоносія.

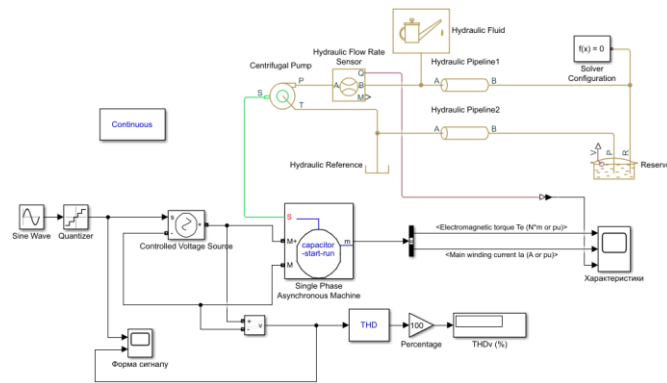


Рисунок 1 – Досліджування модель в середовищі Simulink

Моделювання дозволило отримати характеристики функціонування двигуна, такі як струм обмоток статора та ротора, електромагнітний момент та швидкість обертання ротора за різних значень коефіцієнта спотворення синусоїдальності кривої напруги живлення. В процесі моделювання також отримані значення витрати рідини теплоносія та тиску в гідравлічному колі. На рисунку 2, показано осцилограми, отримані в результаті моделювання, при коефіцієнті спотворень форми сигналу 4% та 21,5% відповідно.

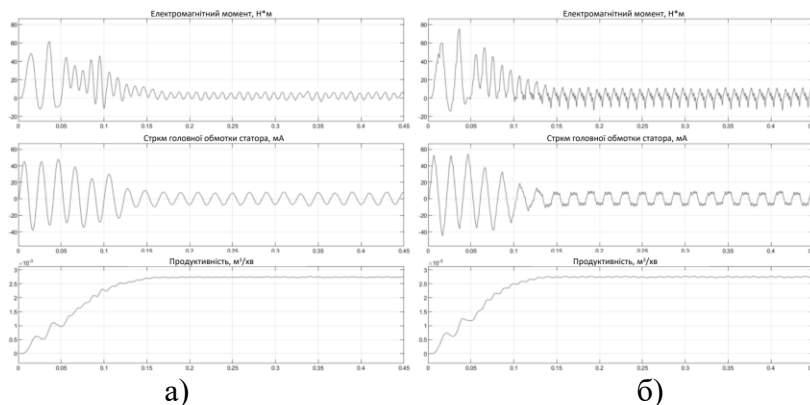


Рисунок 2 – Зміна параметрів асинхронного двигуна електроприводу та продуктивності помпи за умов збільшення коефіцієнта спотворення синусоїдальності кривої напруги з $K_U = 4\%$ (а) до $K_U = 21,5\%$ (б)

Результати моделювання свідчать про зниження показників ефективності роботи електроприводу циркуляційної помпи системи опалення за умов спотворення синусоїдальності напруги. В процесі симуляції розробленої моделі встановлено, що за умов збільшення коефіцієнта спотворень, суттєво зростає реактивна складова потужності в мережі, так при $K_U = 21,5\%$ реактива складова потужності зросла на 19% у порівнянні з $K_U = 4\%$.

Список використаної літератури

1 Перетятко Ю. В., Реуцький М. О., Ляхова К. М. Аналіз впливу несинусоїдного сигналу змінної напруги від сонячної електростанції на експлуатаційні властивості асинхронного двигуна. URL: <http://jour.fea.kpi.ua/article/view/255074/252160> (дата звернення 14.11.2023 року).

2 ДСТУ EN 50160:2014 «Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності». URL: <https://cutt.ly/uwYPHLXz> (дата звернення 14.11.2023 року).