

АДАПТАЦІЯ КОНТУРУ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ РЕЗОНАНСНИХ ІНВЕРТОРІВ З ЧАСТОТНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ (PFM) ДО ШИРОКОГО ДІАПАЗОНУ НАВАНТАЖЕНЬ

Резонансні інвертори успішно використовуються, наприклад, в установках індукційного нагріву (УІН), блоках живлення великої потужності за рахунок високого ККД і малих ЕМ-випромінювань і масогабаритними показниками (відносно традиційних інверторів з широтно-імпульсною модуляцією). На жаль, ці переваги нівелюються необхідністю додержання роботи перетворювача у вузьких межах вихідної потужності P_{out} , вхідної та вихідної напруги, а також складністю розробки надійних пристроїв цього типу.

Так як основним вибором в типі управління транзисторами у резонансних інверторах є частотно-імпульсна модуляція (PFM), то для їх розробки таких найчастіше використовують апроксимовану за першою гармонікою модель резонансного перетворювача. Це дозволяє оцінити параметри компонентів перетворювача згідно з зазначеними вимогами до нього. Згідно цієї моделі можна помітити, що передавальна характеристика перетворювача, а отже і вихідна напруга, значною мірою залежить від значення добротності резонансного контуру, яка, в свою чергу, залежить від приведенного навантаження R' .

У той час як проблеми з граничними випадками можливих значень R' вирішують додаванням схем захисту у вигляді відключення інвертора при небажаних навантаженнях, менш наочною, але відомою є проблема з налаштуванням схем регулювання вихідної потужності. У випадку з PFM схемами управління, де потужність перетворювача регулюється частотою роботи інвертора, часто виникає проблема у перерегулюванні схеми управління і появи періодів часу, коли інвертор працює на частоті нижчій за резонансну, через що транзистори виходять з ладу через ємнісний характер навантаження на них. Ситуація погіршується при значній зміні навантаження від номінальної, через що реакція інвертора на зміну робочої частоти також змінюється. Через це може виникнути ситуація, коли налаштований на конкретний вузький діапазон R' контур зворотного зв'язку є незадовільним у інших випадках.

Одним з рішень проблеми налаштування схеми регулювання резонансного інвертора є зміна регулювальних коефіцієнтів цієї схеми

відповідно до зміни навантаження. Таким чином, PID-регулятор, який налаштований на конкретний діапазон навантаження, зможе адекватно реагувати на зміну навантаження поза цього діапазону.

У якості прикладу реалізації такої модернізованої схеми регулювання потужності використовується модель установки індукційного нагріву, де застосовується алгоритм фазової автопідстройки частоти (ФАПЧ). Спрощений вигляд цієї моделі представлений на рис. 1.

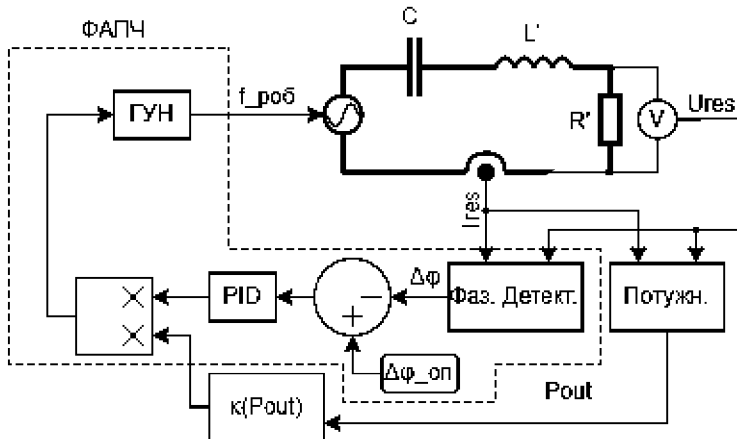


Рисунок 1 – Модель установки індукційного нагріву з управлінням на основі модифікованого алгоритму ФАПЧ з розширеним діапазоном робочої потужності

У випадку резонансних УІН PFM регулювання потужності з використанням ФАПЧ за сигнал зворотного зв'язку приймають фазовий зсув струму у резонансному контурі відносно фази напруги. Тоді множник κ , який розраховується з вихідної потужності, повинен компенсувати зміну робочої частоти під час зміни фазового зсуву при зміні R' . Таким чином, зменшуючи коефіцієнт передачі схеми регулювання сигналу похибки, зменшується ймовірність появи автоколивальних процесів в схемі управління, яка призвела б до виходу з ладу УІН.

Вищезазначена теорія роботи запропонованої модифікації була перевірена за допомогою макета УІН потужністю 10кВт. Експериментальні дослідження показали її дієздатність. Дана модифікації є привабливою тим, що розрахунок залежності $\kappa(R')$ проводиться ще на етапі розробки пристрою з урахуванням обраної схеми управління.

Отже, запропонована модифікація стандартних схем управління резонансних перетворювачів може забезпечити регулювання вихідних параметрів роботи приладу при широкому діапазоні навантаження без зменшення його відмовостійкості.