

Єрьоміна Олена Федорівна, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет elena.yeryomina@gmail.com
Шиндерук Світлана Олександрівна, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Чаплигін Євген Олександрович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Гаврилова Тетяна Володимирівна, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВИХІДНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗОНАНСНОГО ПІДСИЛЮВАЧА РЕАКТИВНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПРИ ВАРІАЦІЇ СХЕМНИХ ПАРАМЕТРІВ

При розробці технологій видалення вм'ятин та вирівнювання поверхонь листових металів під час відновлення кузовів автомобілів все більш актуальними стають методи магнітно-імпульсної обробки металів. Включення резонансного підсилювача реактивної електричної потужності в схеми магнітно-імпульсного обладнання, описаних в [1], дозволить при підвищенні продуктивності істотно знизити енергоспоживання, підвищити економію матеріальних ресурсів виробництва і, в кінцевому підсумку, привести до істотного зниження собівартості продукції, що випускається.

У даній роботі проведена оцінка вихідних характеристик підсилювача реактивної електричної потужності гармонійних сигналів при варіації рівня електромагнітного зв'язку між ними і відхиленні робочих частот від резонансних величин. Теоретичне дослідження процесів в резонансному підсилювачі реактивної електричної потужності з двох індуктивно зв'язаних послідовних активно-реактивних контурів при можливій варіації рівня електромагнітного зв'язку між ними і порушенні умов резонансу проведено в роботі [2]. Застосовуючи отримані аналітичні залежності, виконаємо конкретні чисельні оцінки ефективності експериментальної моделі підсилювача реактивної електричної потужності, розробленої на кафедрі фізики Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, при варіації рівня електромагнітного зв'язку між контурами і варіації робочих частот щодо резонансних величин.

Експериментальна модель підсилювача мала наступні параметри.

1. Джерело гармонійної напруги:

амплітуда - $E_m = 1.0$ В; варійована частота вихідного сигналу - $\omega = \text{var}$.

2. Вхідний контур - перший контур:

Індуктивність (індуктивність первинної обмотки трансформатора зв'язку між контурами) $L_{1T} = 13.0$ мкГн; ємність $C_1 = 3.11757$ мкФ; активний опір з

урахуванням внутрішнього опору джерела напруги $R_1 = 0.21$ Ом; власна

частота $f_1 = \frac{1}{\sqrt{L_{1T} \cdot C_1}} \approx 25000.0$ Гц, $\omega_1 = 2\pi \cdot f_1 = 157080$ Гц.

3. Вихідний контур - другий контур:

Індуктивність вторинної обмотки трансформатора зв'язку $L_{2T} = 13.0$ мкГн; індуктивність «вихідного соленоїда» $L_2 = 172.8$ мкГн; сумарна індуктивність контуру $L_S = (L_{2T} + L_2) = 185.8$ мкГн; ємність $C_2 = 0.218$ мкФ; активний опір

$R_2 = 0.46$ Ом; власна частота $f_2 = \frac{1}{\sqrt{L_S \cdot C_2}} \approx 25000.0$ Гц, $\omega_2 = 2\pi \cdot f_2 = 157080$ Гц.

Результати обчислень з відповідними коментарями представлені нижче.

На рисунку 1 представлені результати обчислень відносного коефіцієнту посилення реактивної потужності при варіації власних частот контурів

$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \alpha = \text{var}$, при строгому збігу частоти збудження с її резонансним значенням

для першого контуру і при різних величинах рівня електромагнітного зв'язку між контурами підсилювача: $1 - k_{12} = 1.0$ і $2 - k_{12} = 0.16$.

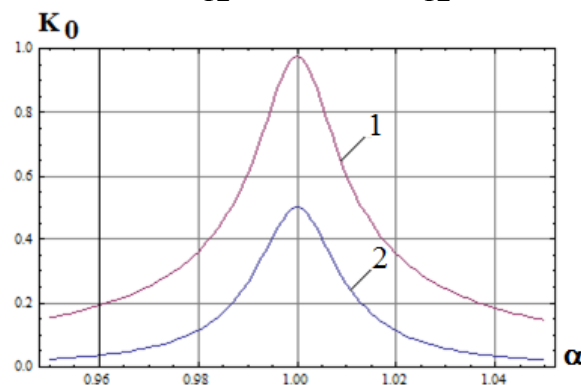


Рисунок 1. – Відносний коефіцієнт посилення реактивної потужності

$1 - k_{12} = 1.0$ и $2 - k_{12} = 0.16$.

З наведених залежностей очевидним є зростання реактивної електричної потужності при збільшенні рівня електромагнітного зв'язку між контурами підсилювача. Практично значуща особливість даного факту полягає в тому, що при низькому рівні зв'язку, незважаючи на менше значення інтегрального коефіцієнта посилення потужності в порівнянні з аналогом при високому рівні зв'язку, генеруються струми з істотно більш високими амплітудами.

З фізичної точки зору зазначена особливість пояснюється різним характером процесів енергообміну між контурами підсилювача при різному рівні електромагнітного зв'язку між ними. Так, в разі низького рівня зв'язку досить мала потужність первинного контуру збуджує вторинний контур при незначному поверненні його енергії назад в первинний контур. При високому рівні зв'язку двосторонній взаємний енергообмін між контурами призводить,

відповідно, до значної зміни в співвідношеннях струмів і потужностей в кожному з них, що, в кінцевому підсумку, є причиною зниження інтегральної величини коефіцієнта посилення потужності всієї схеми в цілому.

Значимість даного факту для практики визначається можливостями застосування запропонованого підсилювача в залежності від рівня потужності, що генерується джерелом напруги. У разі джерел з невеликими амплітудами збуджуючого сигналу доцільним є режим з низьким рівнем зв'язку, а при використанні потужних джерел гармонійної напруги кращим є режим з високим рівнем електромагнітного зв'язку між контурами підсилювача.

Зростання коефіцієнта посилення реактивної потужності в залежності від рівня електромагнітного зв'язку між контурами підсилювача спостерігався при різних величинах відхилень частот збуджуючої напруги щодо їх резонансних частот. Так, уже при $k_{12} \geq 0.5$ коефіцієнти посилення потужності прагнуть до свого максимуму. Говорячи про частотні відхилення від резонансу, слід зазначити, що їх вплив має велике значення. Так, для $\pm 5\%$ відхилень інтегральна величина коефіцієнта посилення реактивної потужності падає в 5 ÷ 10 разів.

Література

1. Yuriy Batygin, Marina Barbashova, Oleh Sabokar, Electromagnetic Metal Forming for Advanced Processing Technologies. Springer International Publishing AG (Switzerland), part of Springer Nature. 2018. – 94 pages.

2. Батыгин Ю. В., Ерѐмина Е. Ф., Шиндерук С. А., Чаплыгин Е. А., Гаврилова Т. В., Безродная А. В. Расчетные соотношения характеристик резонансного усилителя реактивной электрической мощности // Innovations and prospects of world science. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2021. С. 90-97.
URL: <https://sci-conf.com.ua/i-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-innovations-and-prospects-of-world-science-8-10-sentyabrya-2021-goda-vankuver-kanada-arhiv/>

Біловол Олександр Васильович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

НЕВРІВНОВАЖЕНІ ПРОЦЕСИ І ОСНОВНА НЕРІВНІСТЬ ТЕРМОДИНАМІКИ

Поширення першого начала термодинаміки на процеси далекі від стану рівноваги є одною з найактуальніших задач термодинаміки. Пропонується нестандартний підхід до її вирішення, в основу якого покладено закон збереження інформації.

Введемо величину, яка характеризує внутрішній стан термодинамічної системи і є середнім значенням функції розподілу величини імпульсу у розрахунку на одну ступінь вільності,