

Т.О. Карбівська, Ю.В. Кожушко, О.Ф. Бондаренко (Київ)

ВДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВТРАТ В ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ УСТАНОВОК КОНТАКТНОГО МІКРОЗВАРЮВАННЯ

Контактне зварювання є одним з провідних способів нероз'ємного з'єднання деталей в різних галузях техніки. Надійність та якість з'єднань (відсутність виплесків, непроварів тощо) безпосередньо визначаються параметрами зварювальних імпульсів, що генеруються джерелом живлення установки контактної зварювання. Через велику амплітуду та складну форму імпульсів зварювального струму, а також через низьку напругу навантаження, потужність втрат на елементах схеми може бути суттєвою в порівнянні з потужністю струму в навантаженні. Раніше проведені авторами оцінки потужності втрат в імпульсних перетворювачах для контактної зварювання враховували тільки втрати на напівпровідникових елементах схеми, тоді як втрати на інших елементах, зокрема індуктивних, ігнорувались, оскільки вважались несуттєвими. Втім, за умови підвищення частоти роботи схеми для більш високої точності регулювання зварювального струму, втрати на індуктивних елементах стають дійсно суттєвими для врахування їх при виконанні загальної оцінки енергоефективності схеми [1]. Тому **актуальною** є задача точної оцінки втрат в джерелах живлення для контактної мікрозварювання з урахуванням втрат на індуктивних елементах схеми.

Постановка задачі: оцінка та підбір методики з розрахунку втрати на елементах схеми формувача імпульсів струму для контактної зварювання з урахуванням втрат на індуктивних елементах схеми. Для **розв'язання задачі** проведемо оцінку загальної потужності втрат як суми потужностей втрат на всіх окремих елементах схеми. Більшість теоретичних підходів до розрахунку втрат на індуктивних елементах силових схем базуються на використанні рівняння Штейнмеца, яке виражає потужність втрат на одиницю об'єму як закон потужності зі сталими показниками частоти та індукції. Загальна форма рівняння Штейнмеца записується наступним чином:

$$P_V = kf^\alpha B^\beta \quad (1)$$

де B – амплітуда магнітної індукції за синусоїдальної форми сигналу частотою f ; P_V – середня потужність втрат на одиницю об'єму; k , α , β – параметри матеріалу Штейнмеца [2]. Потужність загальних втрат на транзисторі розраховується як сума статичних та динамічних втрат:

$$P_{заг} = P_{стат} + P_{дин} = (I_d^2 R_{DS(on)} \gamma + I_d^2 R_{DS(off)} \gamma) + (U_{in} f (I_{out} t_a + 0.5 Q_{rr})) \quad (2)$$

де I_d – середнє значення струму за період провідності; $R_{DS(on)}$ – опір відкритого каналу; $R_{DS(off)}$ – опір закритого каналу; γ – коефіцієнт заповнення, t_a – складова часу зворотного відновлення trr (приблизно є рівною часу ввімкнення транзистора t_{on}); Q_{rr} – заряд зворотного відновлення.

Потужність діелектричних втрат на вхідному та вихідному конденсаторах:

$$P = U^2 2\pi f C tg \delta, \quad (3)$$

де $tg \delta$ – тангенс кута діелектричних втрат (береться з документації); U – напруга на конденсаторі (дорівнює вхідній U_{in} або вихідній U_{out} напрузі схеми відповідно).

Таким чином, загальна потужність втрат в схемі дорівнює сумі потужностей на усіх елементах схеми.

Висновки. Запропонована методика оцінки потужності втрат в імпульсному понижувальному перетворювачі джерела живлення установки контактної мікрозварювання дозволяє більш точно здійснювати обчислення завдяки врахуванню втрат на індуктивному елементі схеми.

Список літературних джерел

1. Бондаренко А.Ф. Формирователи импульсов тока для установок контактной микросварки, дис. канд. техн. наук: 05.09.12. – Алчевск. – 2007. – 211 с.
2. C. R. Sullivan, J. H. Harris, and E. Herbert, "Core loss predictions for general PWM waveforms from a simplified set of measured data," in Proc. Appl. Power Electron. Conf. Expo., 2010, pp. 1048–1055. DOI: 10.1109/APEC.2010.5433375.

Роботу виконано за підтримки Міністерства освіти і науки України (ДБ №0116U006924).