

Задорожний В.О.¹, Славінський А.Р.¹, Нікітін Е.Є.¹ студ, наук. кер. *Блощинин М.С.¹, к.т.н., Головка Л.Ф.¹, д.т.н., проф.*

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: mishafox@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ЗБУДЖЕННЯ РОЗРЯДУ В ПЛАЗМОТРОНАХ ІМПУЛЬСНИМ ЛАЗЕРНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Найбільшого поширення набув варіант збудження коротким замиканням здійснюється шляхом короткочасного контакту електрода й виробу та наступного їх розведенням. Струм, що проходить крізь мікро виступи електрода в момент контакту, розігріває їх до температури кипіння, а поле, що виникає при розведенні електродів, забезпечує емісію електродів, достатню для порушення дуги. При підпалюванні коротким замиканням можливий перенос матеріалу електрода у зварений шов (утворення вольфрамових включень). Для усунення цього небажаного явища запалювання повинне здійснюватися при малому струмі, що не перевищує 5-20 А (залежно від форми заточки кінця електрода). Пристрій для збудження повинен забезпечувати малий струм короткого замикання, підтримку струму на цьому рівні до моменту утворення дуги й лише потім його плавне наростання до робочого.

Головною перевагою підпалювання касанням є відсутність високовольтних пристроїв і спричинених ними при пробі дугового проміжку радіоперешкод. Однак через небезпеку утворення вольфрамових включень і ускладнення зварювальної головки при автоматичному зварюванні в спеціалізованих установках для ручного зварювання і автоматах поки більш поширений підпал дуги через зазор шляхом пробою проміжку високовольтними імпульсами.

Накопичувач може буть як ємнісним, так і електромагнітним (дросель). У першому випадку перекачування енергії відбувається при замиканні ланцюга розряду накопичувача, необхідний імпульсний трансформатор для підвищення напруги; у другому енергія перекачується при розриві ланцюга накопичувача, як накопичувач може використовуватися сам імпульсний трансформатор. На такому принципі працює система батарейного запалювання двигунів внутрішнього згорання. Системи з ємнісним накопичувачем істотно надійніше електромагнітних.

Високочастотний генератор знаходиться, як правило, на стороні високої напруги. В іншому випадку необхідно було б трансформувати високочастотну напругу до високої величини. При цьому вихідний опір збудника визначалося б внутрішнім опором трансформатора, вторинна обмотка якого мала б мати велике число витків (не менше кількох десятків). У той же час опір шунтуючих дуговий проміжок ланцюгів (низьковольтний джерело живлення дуги) не може бути занадто великим. Зазвичай для збільшення цього опору високочастотного

струму збудника застосовується захисний дросель, що включається послідовно в ланцюг дуги. Падіння напруги на дроселі від струму дуги (постійного або низькочастотного) має бути мало в порівнянні з дуговим напругою (частки вольта), і, отже, активний опір дроселя має бути малим (соті або тисячні частки ома); в той же час на високій частоті опір дроселя має бути не менше ніж на порядок вище вихідного опору збудника на цій частоті (що становить зазвичай кілька кіло-му). При таких вимогах добротність дроселя повинна бути недосяжно висока. Досяжна добротність на шість порядків нижче.

Інша причина того, чому високочастотний генератор повинен знаходитися на стороні високої напруги, полягає в необхідності мати можливість після пробою передати в дугового проміжок велику енергію за короткий час (більшу потужність) для створення каналу провідності. Високу потужність в дешевому пристрої найпростіше можна отримати при наявності накопичувача на стороні високої напруги.

Високочастотні генератори високої напруги виконуються зазвичай на розрядниках (іскрові генератори). Іскрові генератори мають істотні недоліки. Вони генерують широкий спектр частот, що заважає ефективно гасити перешкоди, що посилюються назад в мережу живлення; коливання в контурі генератора загасають через втрати в розряднику. Однак по дешевизні, простоті конструкції, ККД і надійності іскрові генератори не мають конкурентів. Слід зазначити також, що при пробі дугового проміжку виникає іскровий розряд, який є потужним джерелом перешкод в широкому діапазоні частот, так що заміна іскрового генератора будь-яким іншим мало змінює загальний рівень перешкод.

Фільтр високих частот служить навантаженням для високочастотного генератора збудника. Тому його повний опір має бути значно вище вихідного повного опору збудника. При великому перерізі обмотки дроселя цього важко досягти. З огляду на це, більш доцільно застосовувати послідовне включення збудника. В цьому випадку котушка індуктивності коливального контуру генератора або вторинна обмотка високочастотного трансформатора включаються в ланцюг послідовно. Джерело живлення шунтується конденсатором великої ємності. Вимоги до конденсатору аналогічні вимогам до конденсатору фільтра високих частот. Вимоги ж до котушки індуктивності контуру значно знижені в порівнянні з вимогами до дроселя фільтра; ступінь захисту і навантаження генератора не залежить від індуктивності дроселя. Фільтр низьких частот в цьому випадку не потрібен зовсім.

Збудник послідовного включення більш ефективний, ніж збудник паралельного включення. У першому в дуговому проміжку після пробою виділяється майже вся енергія, накопичена в коливальному контурі генератора (невелика частина її витрачається в шунтуючих конденсаторі), у другому значна частина енергії витрачається в фільтрах високих і низьких частот, частина енергії витрачається на внутрішньому опорі контуру.

Недоліками існуючих збудників є наявність високої напруги промислової

частоти, небезпечної для життя обслуговуючого персоналу, складність і висока вартість. Високочастотні генератори високої напруги виконуються звичайно на розрядниках (іскрові генератори) мають істотні недоліки: генерують широкий спектр частот, що заважає ефективно пригнічувати перешкоди, що посиляють назад у мережу живлення; коливання в контурі генератора згасають через втрати в розряднику.



Рис 1 Експериментальний стенд лазерного збудження дугового розряду

Дослідження довели можливість практичної реалізації систем з лазерним збудженням (рис.1). Головною особливістю використання лазерного випромінювання для ініціювання збудження дугового розряду є безконтактний метод, який дозволяє не застосовувати складних систем захисту від високовольтного імпульсу збудження дугового проміжку. Наведено дані про основні технологічні закономірності процесу збудження дугового розряду з використанням вибраних плазмотронів, що відбивають зв'язок їх основних параметрів (потужності плазмового джерела, витрати й схем подачі плазмотворюючого газу, напруги холостого ходу) з вихідними параметрами (стабільністю збудження). Запропонований варіант збудження дугового розряду дозволяє використовувати низьковольтні елементи системи керування параметрами та характеристиками силової апаратури.

Список використаних джерел:

1. Next-generation Mazda could get radical new rotary engine laser ignition / Hilton Holloway , 27 June 2011 / <http://www.autocar.co.uk/car-news/motoring/mazdas-radical-new-rotary-tech>.