

Особливості зварювальних інверторів

В статті коротко описано принцип роботи зварювальних інверторів, розглянуто їх технічні можливості і застосування в видах зварювання, наведені переваги і недоліки інверторних джерел живлення, перспективи розвитку зварювальних інверторів.

зварювальний інвертор, трансформатор, дугове зварювання, частота, зварювальний струм

Процес дугового зварювання плавленням існує вже більше 100 років. Весь цей час джерела живлення дуги змінювалися і удосконалювалися. Шлях від акумуляторних батарей до електронних систем відбився і на властивостях дуги і на усьому процесі зварювання в цілому.

Досі в зварювальному виробництві використовуються традиційні джерела живлення: трансформатори, зварювальні перетворювачі, зварювальні агрегати, випрямлячі. У них є декілька загальних недоліків: підвищена енергоємність, збільшені маса і габарити, недостатня швидкодія, вузький діапазон регулювання режиму зварювання і, крім того, низька частота перетворення (50 Гц).

При цьому кожне з цих джерел має ще додатково свої специфічні недоліки. Наприклад: трансформатор споживає значну реактивну потужність, навантаження живлячої мережі в нім несиметричне, оскільки усі зварювальні трансформатори однофазні. Частина зварювального генератора, що обертається, створюють шум,

© В.М. Сідей, 2010

вимагають складного технічного обслуговування, і так далі.

З розвитком напівпровідникової техніки в 50-х роках з'явилися зварювальні випрямлячі, які мали поліпшені технічні характеристики. Але і вони як і раніше залишалися важкими, громіздкими, інерційними і мали малий ККД.

Подальший прогрес викликав появу нових методів зварювання. Почалося масове освоєння дугового механізованого зварювання дротом суцільного перерізу в захисних газах (MIG/MAG), з'явилися автоматичні і автоматизовані установки, для виготовлення зварних металоконструкцій стали застосовувати роботизовані комплекси. Для них потрібно було створити нове покоління джерел живлення зварювальної дуги, які повинні були забезпечувати високу швидкодію, значно менше споживати енергії, мати широкий діапазон регулювання режимів зварювання, а також універсальні зовнішні статичні характеристики. З'явилися інверторні джерела живлення. З середини 80-х років почалося серійне виробництво високочастотних тиристорів. На їх основі і були створені сучасні електронні інвертори, які на сьогодні активно витісняють інші зварювальні джерела живлення.

Зварювальний інвертор це пристрій, що перетворює вхідний змінний струм в постійний, далі за допомогою транзисторних ключів постійний струм перетворюється в змінний з частотою вище 50кГц і подається на високочастотний зварювальний трансформатор з наступним випрямленням. Система управління за допомогою зворотних зв'язків формує ідеальні вихідні характеристики для будь-якого способу зварювання.

Зварювальні інвертори є найбільш сучасними джерелами зварювального струму. На відміну від трансформаторів і випрямлячів, у інверторів відсутній силовий трансформатор. Робота зварювального інвертора побудована на принципі фазового здвиження (інверсії) напруги, здійснюваної електронною мікропроцесорною схемою з покаскадним посиленням струму. За рахунок застосування такого принципу вдається

отримати широкий спектр вольт-амперних характеристик - від крутопадаючої до зростаючої - з дуже гладкою кривою струму, відхилення якого понижені до рівня десятих доль відсотка, що дозволяє домагатися високої якості зварювання. Включення в схему високочастотного генератора розширює сферу застосування інверторних джерел живлення і дозволяє використовувати їх практично для будь-якого методу дугового зварювання і для плазмового різання. За рахунок невеликої маси, інвертори малої потужності дуже перспективні для використання при монтажі відповідальних металоконструкцій і трубопроводів, до зварних з'єднань яких пред'являються підвищені вимоги, а умови роботи не дозволяють застосовувати громіздке промислове устаткування, призначене для роботи в цехових умовах. Потужні інвертори промислового типу дозволяють створювати зварювальні комплекси для будь-якого виду дугового зварювання, побудовані за модульним принципом – на основі одного джерела струму. Усі інвертори мають плавне регулювання зварювального струму, а цифрова схема мікропроцесора і введення елементів пам'яті дозволяє організувати запам'ятовування декількох найбільш часто вживаних режимів зварювання.

Побудований зварювальний інвертор, в порівнянні зі звичайним зварювальним пристроєм, набагато складніше. Інвертор – це пристрій силової електроніки, який працює на великих струмах, високих частотах і різницях потенціалів (напругах). Вхідна напруга двічі перетворюється: спочатку зі змінного 220 вольт в постійний струм, пізніше у високочастотну напругу зі змінним струмом, частота 200кГц. Як відомо з електротехніки, чим вище значення частоти, тим меншою буде вага і габарити трансформатора, який передає однакову електричну потужність. Отже при зменшенні частоти струму у 1000 разів, маса і габарити трансформатора зменшуються у 10 разів. Наприклад, звичайний зварювальний трансформатор на 160А важить 18кг, тоді як силовий трансформатор зварювального інвертора на 160А важить усього 0,25кг і по розмірах трохи більше пачки сигарет.

Перетворення частоти здійснюється широтно-імпульсним модулятором, за основу якого йдуть високочастотні перетворювачі останнього покоління – модулі IGBT (біполярний транзистор з ізольованим затвором) або MOSFET (полярний транзистор на основі переходу метал-оксид-напівпровідник).

Пройшовши трансформатор, високочастотна змінна напруга знову випрямляється і подається на зварювальну дугу. Координування роботи всіх елементів, контроль параметрів і зворотній зв'язок зі зварною дугою здійснюється цифровими процесорами на програмуємих мікросхемах.

Технічні можливості зварювальних інверторів абсолютно унікальні. Насправді інвертор зі всією системою електроніки майже думає за зварювальника, безперервно аналізуючи процеси на дузі. Ось лише деякі програми, закладені в мікросхеми процесора:

- вимкнення напруги на зварювальній дузі при короткому замкненні електрода до деталі (функція "anti sticking"). Зпрацьовує за пів секунди після короткого замикання. Залипання електрода до деталі і перегріву інвертора не відбувається;

- при вірному збудженні дуги – легким торканням (чирканням) електрода в деталь, інвертор виробляє додатковий імпульс струму (функція "hot start"). Збудження, тобто запал, дуги суттєво полегшується;

- при неминучих невеликих коротких замиканнях у процесі зварювання, інвертор виробляє серію коротких, але потужних імпульсів струму, які руйнують перетинки з рідкого металу, що утворюються (функція "arc force"). Дана функція особливо актуальна при зварюванні короткою дугою.

На нинішній день, інвертори широко застосовують в наступних видах зварювання:

- ручне дугове зварювання штучними електродами, часто маркується аббревіатурою MMA (metal manual arc). Тут зварювальні інвертори отримали найширше використання. Це бумовлено, в першу чергу, невеликою вагою та енергоспоживанням. Зварювальник без

проблем рухається разом з пристроєм, вмикаючи його в любу, в тому числі побутову електромережу;

- аргонно дугове зварювання (TIG — tungsten inert gas) на змінному та постійному струмах. Тут переваги інверторів виражаються не так у малій масі та енергоспоживанні, як у можливості точного регулювання багаточисленних параметрів режиму. Для аргонно-дугового зварювання це є найважливішим, тому що зварюють відповідальні вироби з високими вимогами до якості та зовнішнього виглядо зварного шва;

- напівавтоматичне зварювання (MIG/MAG — metal inert/active gas). Тут у інверторів є унікальна можливість так регулювати перенос металу(капельний, струйний, з періодичними замиканнями і т.д.), що можливо майже уникнути розбризкування металу, а це найголовніший недолік такого типу зварювання;

- плазмово-дугове різання (PAC — plasma arc cutting)- це найновіша сучасна технологія. Швидкість різання висока, а кромка рівна і акуратна – відразу під зварювання. Тут інвертори CUT знайшли своє почесне місце, завдяки їх "вмінню" забезпечити стабільність основної та чергової дуги, а головне внаслідок мобільності таких апаратів.

Переваги інверторних джерел живлення можна розділити на технічні і технологічні.

Технічні:

- високий ККД - 85-95%;
- ідеальний коефіцієнт потужності - 0,99;
- мінімальна витрата дефіцитних електротехнічних матеріалів;
- широкий діапазон регулювання параметрів режиму - від декількох ампер до сотень і тисяч; Зварювальний інвертор має значно ширший, ніж у звичайного апарату, діапазон регулювання зварювального струму, що особливо важливо при зварюванні тонкими електродами (діаметром 1,6 або 2 мм) - дуга на малих струмах "шепоче", бризок немає - не зварювання, а одне задоволення;
- тривалість навантаження джерел живлення в робочому діапазоні режимів зварювання - до 80%;
- можливість паралельної роботи джерел на єдине навантаження;
- плавне регулювання зварювального режиму в широкому діапазоні струмів і напруги;
- дистанційне керування джерелом;
- мінімальні втрати електричної енергії в зварювальних кабелях і сполучних елементах;
- невеликі габарити і маса, зручність перенесення і доставки джерела до місця зварювання;
- високий рівень електробезпеки за рахунок подвійної ізоляції.

Технологічні:

- зварювання покритими електродами будь-яких марок на постійному і змінному струмі;
- універсальність зовнішньої статичної характеристики, що забезпечує ручне дугове зварювання покритим електродом, неплавким - в середовищі аргону, механізовану плавким електродом в захисних газах;
- стабільність запалення дуги за рахунок високого U_{xx} і осциляції;
- можливість зварювання короткою дугою, що зменшує енерговтрати і покращує якість зварного з'єднання завдяки зменшенню зони термічного впливу;
- якісне формування шва в усіх просторових положеннях;
- мінімальне розбризкування при зварюванні;
- можливість виключити магнітне дуття при зварюванні на постійному струмі;
- зварювання важкозварюваних сталей і сплавів;
- мікропроцесорне управління зварювального інвертора забезпечує стійкий зворотній зв'язок струму і напруги на дузі з вихідними параметрами апарату - при

запаленні дуги апарат генерує додатковий імпульс струму (так званий "гарячий старт"), а при короткому замиканні зварювальний струм відразу відключається - тобто "приморожувати" електрод тут практично неможливо;

– можливість зварювання складних металоконструкцій зварювальниками недостатньої кваліфікації.

Недоліки інверторних джерел живлення:

– вартість інверторної зварювальної установки приблизно в 2-3 рази вище за зварювальний трансформатор. Тобто, якщо досвід зварювальника досить високий або не вимагається особливої якості робіт - то при купівлі зварювального апарату можна обійтися і меншими грошима;

– ремонт традиційних зварювальних апаратів зазвичай дешевше. При виході їх ладу "серця" інвертора - модуля I.G.B.T. - доведеться віддати від 1/3 до половини вартості самого апарату. Поломка відбувається у випадках різкого перевантаження : зварювальник намагається якнайшвидше розрізати дуже товстий і міцний метал (наприклад, рейку), а також при великих скачках напруги в живлячій мережі. У подібних випадках захист апарату - теплове реле - просто не устигає спрацювати;

– інвертор більш, ніж інші зварювальні апарати боїться пилу. Особливо це стосується виробництва і будівництва. Інвертор потрібно чистити і продувати набагато частіше за інші види зварювальних апаратів;

– електроніка "не любить" температур нижче за нуль градусів, а експлуатація при -15°C і нижче може "убити" апарат. Зберігання інверторного апарату в гаражі також небажано (різкі перепади температур призводять до появи конденсату на платах інвертора, що може пошкодити окремі вузли). Тема експлуатації інверторів при температурі нижчій за нуль, на жаль, дуже слабо освітлена виробниками.

Перспективи розвитку зварювальних інверторів дуже великі. Інверторні схеми відкривають нову сторінку у світі зварювання. В сьогодення, на їх принципі вже серйозно виготовляються багатофункційні зварювальні апарати. Найбільше розповсюдження отримали інвертори, які суміщають зварювання MMA, TIG і CUT або MIG/MAG, TIG і MMA. Зустрічаються і іннакші поєднання. Справа в тому, що інверторна схема дозволяє, так би мовити, "на ходу" змінювати тип зовнішніх вольт-амперних характеристик джерела живлення. Саме тип вольт-амперних характеристик є основною властивістю джерела для певного виду зварювання. І якщо звичайний апарат призначений, наприклад, для зварювання MIG/MAG, то штучним електродом він не має можливості зварювати. А інверторна схема – інша справа. Тут і тип характеристик(вольт-амперних) та інші параметри без проблем переналаштовуються під потрібний тип зварювання.

Список літератури

1. В.С. Милотин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. Источники питания для сварки. Москва, 2007
2. <http://www.welder.by/>

Одержано 16.98.10