

8. Патент № 24661 А (Україна), МПК 6 В 21 К 5/12. Різець/ В.М. Пестунов, О.В. Лисенко; КІСМ, – Опубл. 04.08.98.

А. Лысенко, Е. Игнатьев

Разработка инструментальных систем с адаптивным управлением процессом обработки методом морфологического анализа

В статье описан процесс разработки инструментальной системы с адаптивным управлением точением методом морфологического анализа. Предложенная конструкция инструментального приспособления дает возможность избежать недостатков, выявленных в ходе анализа известных решений и позволяет повысить геометрическую точность деталей в процессе обработки.

O. Lysenko, E. Ignatiev

Development of the instrumental systems with adaptive control by the process of treatment the method of morphological analysis

In the article a development of the instrumental system process is described with adaptive control sharpening by the method of morphological analysis. The offered construction of instrumental adaptation gives an opportunity to avoid the defects educed during the analysis of the known decisions and allows to promote geometrical exactness of details in the process of treatment.

Одержано 09.04.12

УДК 621.9.048.4

О. Ф. Сіса, викл.

Кіровоградський національний технічний університет

Засоби формування біполярного струму для обробки дугою твердосплавних валків

Розроблено електронну та електромеханічну системи ефективного формування біполярного струму для обробки дугою твердосплавних валків.

електрична дуга, біполярний струм, інвертор, контактний перетворювач, осцилограма біполярної напруги

В умовах біполярної розмірної обробки дугою (РОД) торцевих поверхонь твердосплавних прокатних валків два однакових за формою та розмірами валка закріплюються на електроерозійному верстаті: нижній нерухомо відносно стола, а верхній нерухомо відносно рухомого шпинделя з можливістю осьової подачі. Електрична дуга збуджується в торцевому міжелектродному зазорі між валками в потужному потоці робочої рідини. Відомо, що при постійному електричному струмі продуктивність обробки катода і анода з будь-якого матеріалу не однакові. Тому, для забезпечення знімання однакового за об'ємом припуску з кожного валку доцільно полярність обробки періодично змінювати [1].

Мета роботи: розробка засобів формування біполярного струму для обробки дугою твердосплавних валків.

В результаті експериментальних досліджень процесу біполярної РОД виявлено, що реальний діапазон зміни частоти полярності лежить у межах від 0,01 до 50 Гц та залежить від площі обробки: чим більша площа обробки, тим менша частота. Реальна площа процесу біполярної РОД змінюється в діапазоні від декілька мм² до декілька тисяч мм². Для керування частотою зміни полярності в даному достатньо широкому діапазоні доцільно поділити цей діапазон на два з використанням в кожному з них оптимальної системи зміни полярності обробки. Так в діапазоні частот від 1 до 50 Гц пропонується використовувати електронну систему зміни полярності обробки, а в діапазоні частот від 0,01 до 3 Гц – електромеханічну.

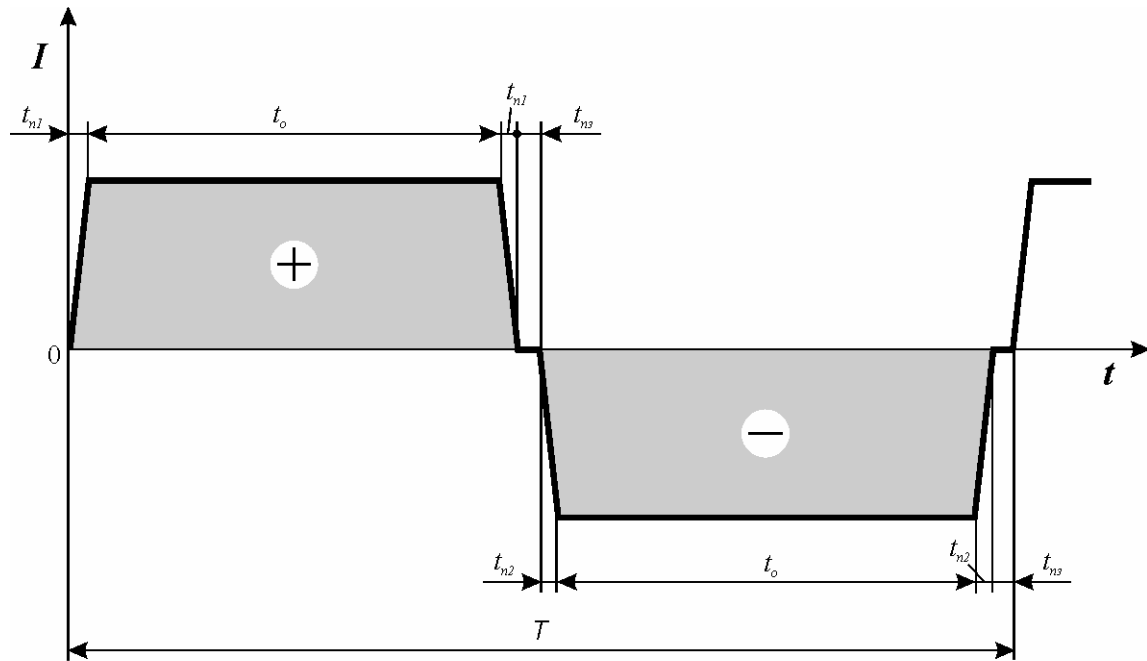
Електронна система зміни полярності обробки включала в себе розробку, виготовлення та випробування інвертора для перетворення постійного струму в змінний прямокутної форми. Кожен із двох валків, що обробляються, по черзі бувають катодом та анодом. Таким чином, відбувається руйнування катодних та анодних плям, а також переорієнтація заряджених часток в стовпі дуги. Зміна полярності електродів викликає зміну напрямлення газових потоків в дузі. Струм в дузі, величина якого змінюється в кожному напівперіоді, обумовлює зміни радіальних розмірів стовпа, його температури, розмірів катодних та анодних плям на електродах, що є відмінною особливістю змінних дуг, порівняно з постійними.

Прямокутна форма струму напівперіоду, порівняно з синусоїдальною, дозволяє максимально можливо використати енергію струму для руйнування електродів. При цьому, з метою досягнення максимально можливої продуктивності, прагнуть організувати перехідний процес зміни полярності так, щоб його час t_n був як можна менший (рис. 1). Саме тому, час періоду циклу T біполярного режиму визначається формулою

$$T = 2(t_o + t_{n1} + t_{nz} + t_{n2}),$$

де t_o - час горіння дуги в кожному напівперіоді;

t_{n1}, t_{n2} - час перехідного процесу в рамках відповідного напівперіоду; t_{nz} - час захисної паузи, що необхідний для поновлення працездатності вихідних потужних транзисторів.

Рисунок 1 - Графік зміни сили струму I протягом періоду T при біполярній РОД

Таким чином, для створення ефективного способу біполярної РОД твердосплавних прокатних валків необхідно забезпечити керування формуванням напівперіодів хвиль при зміні частоти генератора імпульсів. Це можливе при застосуванні керування, заснованого на принципах широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Ефективність роботи інвертора в значній мірі визначається динамічними комутаційними втратами на силових елементах при комутації технологічних струмів. Оптимальна форма сигналу керування забезпечує низькі значення комутаційних перенапруг. Такий підхід створює так звану «м'яку» комутацію за рахунок перерозподілу енергії між власною силовою частиною комутаційного елемента (транзисторного ключа) та формуючим елементом.

У синусоїдальних формах струму значно зростають статичні втрати в силових елементах, а при сигналі керування з прямими фронтами забезпечується найкраща динаміка перемикання силових елементів. Тому звичайно використовуються IGBT-транзистори standard-класу у яких напруга насичення менша ніж у warp-speed IGBT-транзисторів, але необхідно враховувати захист від коротких замикань, так як для IGBT-транзисторів час коротких замикань дуже малий та складає проміжок $t_{кз} \leq 10$ мкс [44]. Використання транзисторів такого класу ефективно лише при частоті перемикань більше 20 кГц.

При використанні частот перемикань від 1 до 50 Гц найбільш ефективними є транзистори біполярної структури, так як у них максимальна температура кристалу, порівняно з IGBT-транзисторами, на 50° більше та досягає 200°C . Активний режим роботи транзистора в ключовому використанні має місце на фронтах перехідного процесу перемикань, та характеризується прямим зміщенням одного з переходів [3].

Для збільшення коефіцієнта передачі сили струму застосовано, так звану, складену структуру, яка має назву транзистора Дарлінгтона. В ньому коефіцієнт передачі струму дорівнюється добутку коефіцієнтів передачі струму двох транзисторів. Шунтування переходів емітера значно знижує їх інжекційні властивості, але одночасно підвищує робочу напругу в ланцюгах колектор-емітер та теплову стабільність в

структурі. При цьому також підвищується динамічні характеристики вимикання транзистора за рахунок створення контуру течії від'ємних струмів бази.

З урахуванням вище зазначених вимог, для реалізації біполярної РОД розроблена принципова схема (рис. 2) та виготовлено інвертор (рис. 3) за схемою повного мосту широтно-імпульсної модуляції. Схема повного мосту, порівняно з напівмостовою, дозволяє підвищити потужність інвертора, при інших рівних умовах, у два рази.

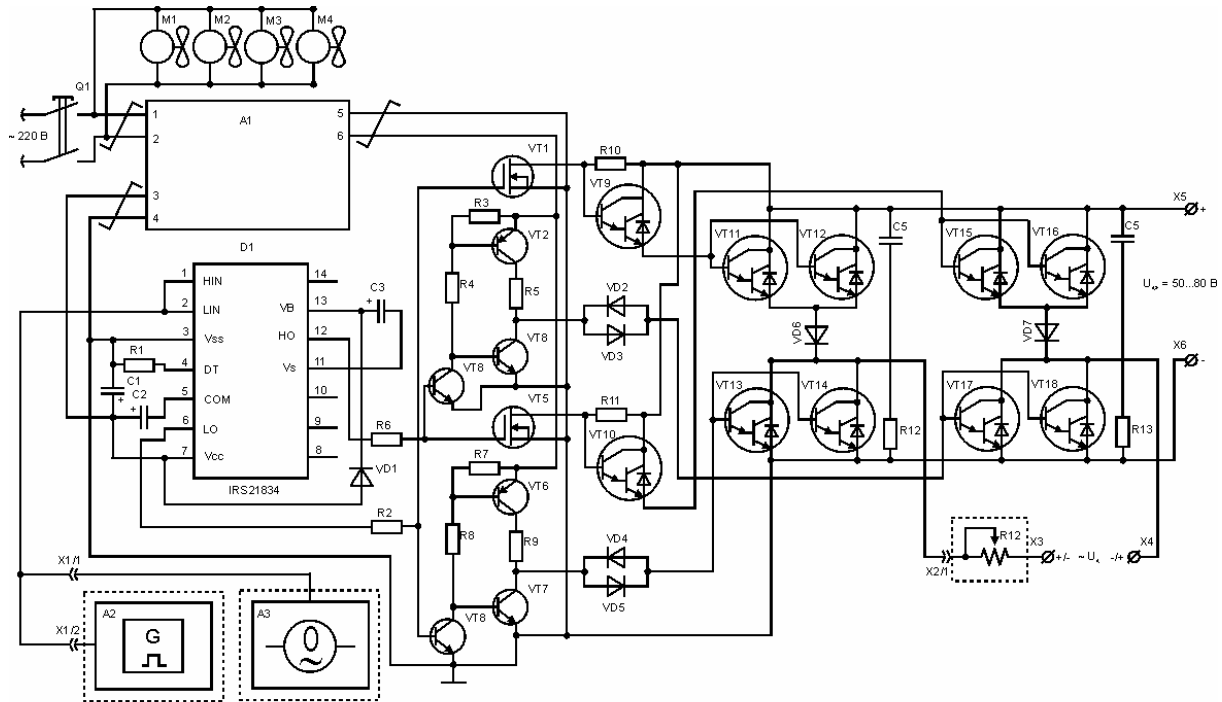
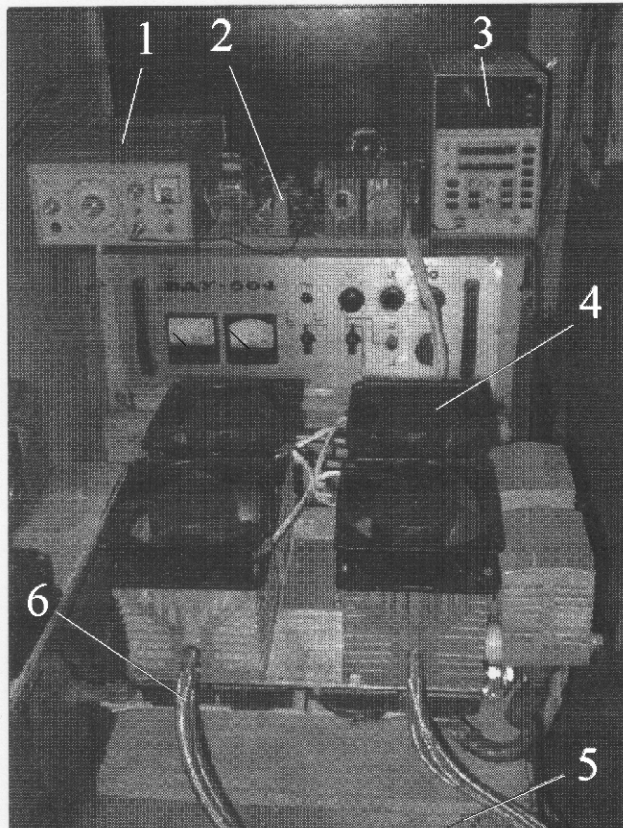


Рисунок 2 - Принципова схема інвертора для реалізації біполярної РОД

У відповідності з принциповою схемою, інвертор живиться змінною напругою 220 В (50 Гц), яка через вимикач Q1 подається на двигуни повітряних вентиляторів M1...M4 силового каскаду та в блок живлення A1. Там напруга знижується і стабілізується для живлення драйверів керування силових транзисторів і драйвера формувача D1 захисної паузи. Прямокутний сигнал з частотою від 1 до 50 Гц подається з генератора частоти A2 на вхід 1, 2 драйвера формувача D1 та контролюється електролітичним частотоміром A3. Там він перетворюється на два керуючих прямокутних сигнали зі зміщенням в часі на півперіоду з сформованою захисною паузою, тривалістю дві мкс для забезпечення закінчення перехідних процесів потужних силових транзисторів під час їх перемикачів. З виходів 12, 13 драйвера формувача D1 сигнали подаються на резистори R2, R6, де обмежується їх струм, а далі – на драйвери керування напівмостів. Один із сигналів закриває транзистор VT1 та відкриває транзистор VT9 і силові транзистори VT11 та VT12, які пропускають силову напругу через діод до баластного навантажувача R12, а далі – на клему X3. Крім того, цей сигнал закриває транзистор VT4 та відкриває транзистор VT3 і силові транзистори VT17, VT18, які створюють від'ємну напругу на клемі X4. Другий із сигналів працює аналогічно першому, але зі зміщенням на півперіоду. Таким чином створюється зміна полярності в часі із заданою частотою.



- 1 - низькочастотний генератор сигналів;
 2 - модуль керування;
 3 - електронно-лічильний частотомір;
 4 - силовий модуль; 5 - баластний реостат;
 6 - система водяного охолодження

Рисунок 3 - Фото інвертора:

Лабораторні випробування інвертора показали наступні результати:

- інвертор, як додатковий пристрій до джерела живлення постійним технологічним струмом, забезпечує як жорстку, так і круто падаючу вольт-амперну характеристику при прямокутній формі зміни струму;

- інвертор забезпечує діапазон регулювання частоти зміни полярності обробки у межах від 1 до 50 Гц;

- інвертор дозволяє ефективно керувати зміною полярності при одночасній обробці двох твердосплавних прокатних валків з різними припусками завдяки тому, що може працювати як в уніполярному, так і у біполярному режимах;

- використання інвертора підвищує експлуатаційні характеристики верстата, усуває ручний та тривалий за часом спосіб зміни полярності процесу РОД, та дозволяє зручно керувати полярністю обробки електричним шляхом.

Електромеханічна система

зміни полярності обробки передбачала розробку контактного перетворювача. При застосуванні режимів біполярної РОД на інфрачастотах, зокрема 0,01...3 Гц, необхідно, щоб контактний перетворювач забезпечував надійність роботи при довготривалій витримки силової напруги полярності. Таку можливість мають електромагнітні контактори, які дозволяють перемикаєти силовий струм з частотою менше 3 Гц. Крім того, вони забезпечують дистанційне керування (вмикання та розмикання силових контактів) за допомогою електромагнітної системи (сердечника, якоря, котушки).

Електромеханічна система керування зміни полярності обробки (рис. 4, 5) складається із електронної системи керування А1 (програмне реле ПР110), силових контакторів К1...К4, ключів керування VT1, VT2 та блока живлення напруги контакторів Tr1.

При роботі напруга живлення ($U = 220$ В) подається на трансформатор Tr1 та систему керування А1, а силова постійна напруга ($U_{дж} = 50...80$ В) подається на клема X2 та X4. Із виходу трансформатора Tr1 знижена напруга подається на діодний міст VDS1, де випрямляється та фільтрується ємністю С1 і потрапляє на транзисторні ключі керування VT1, VT2 та котушки силових контакторів К1, К4. В залежності від

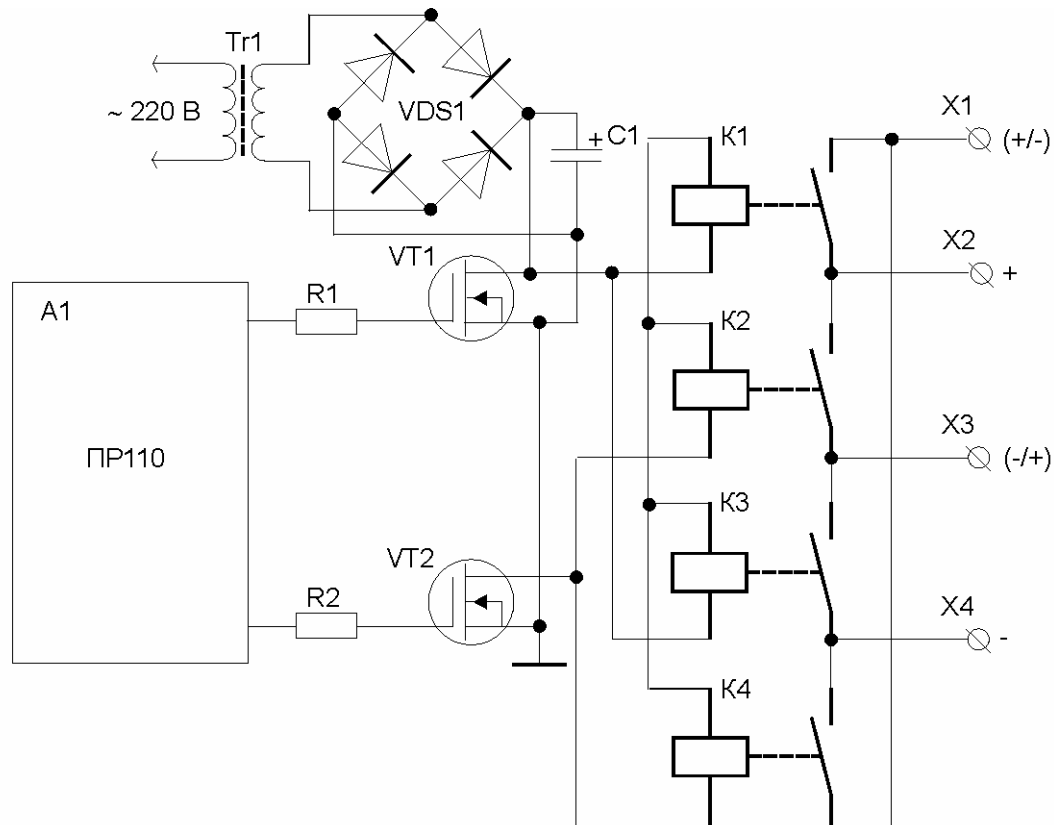
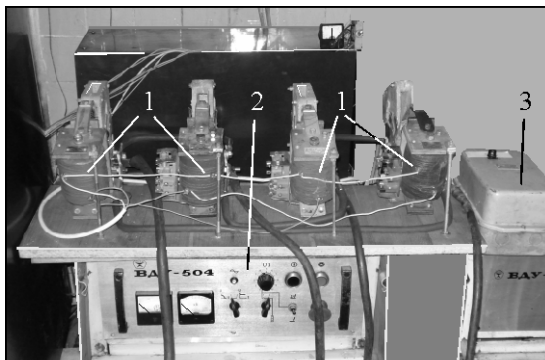


Рисунок 4 - Принципова схема електромеханічної системи зміни полярності для реалізації біполярної РОД

необхідної частоти перемикачів f , яка запрограмована у програмному реле A1, вмикається режим, і електронна система керування A1 формує необхідний сигнал керування за амплітудою та частотою. Сигнал із системи керування A1 подається на резистори R1, R2, далі – на транзисторні ключі VT1, VT2. При відкриванні транзисторного ключа VT1 спрацьовують котушки керування контакторів K1 та K3, і силова напруга подається на електроди в прямому напрямку. При відкриванні транзисторного ключа VT2 спрацьовують котушки керування контакторів K2 та K4, і силова напруга перемикається на електроди у зворотному напрямку. При цьому котушки K1 та K3 розмикаються. Далі цикл повторюється.



- 1 - контактор КППВ-604;
- 2 - джерело живлення технологічним струмом;
- 3 - блок керування

Рисунок 5 - Фото контактного перетворювача для біполярної РОД

Таким чином відбувається формування силової біполярної напруги для реалізації процесу РОД

Аналіз осцилограми біполярної напруги (рис. 6) дозволив виявити деякі фізичні особливості даного процесу:

- при перехідних процесах (див. рис. 6, зони 1, 4), що характеризуються зменшенням напруги на дузі до нуля, дуга не може існувати, а тому гасне. Однак, оскільки час паузи перехідного процесу дуже малий ($t_{nz} = 0,037$ с), при подальшому зростанні напруги зворотної полярності електрична дуга може ініціюватися *безконтактним* способом, так як за інерцією (маса шпиндельної групи рухомих деталей складає більш ніж 100 кг) величина

торцевого МЕЗ за цей час практично не змінюється. З фізичної точки зору дане явище можна пояснити двома факторами. По-перше, процес біполярної РОД відбувається при дуже малому торцевому зазорі ($\delta_m = 0,03$ мм). По-друге, місце, де горіла дуга, за час паузи ще не встигло охолонути. Ці обидва фактори сприяють ініціюванню дуги безконтактним способом при подальшому поновленні напруги до $U_p = 30$ В. В той же час в роботі [2] показано, що ініціювання дуги на «холодному» місці в органічному середовищі відбувається виключно контактним способом та потребує значно більшої напруги до рівня U_{xx} ;

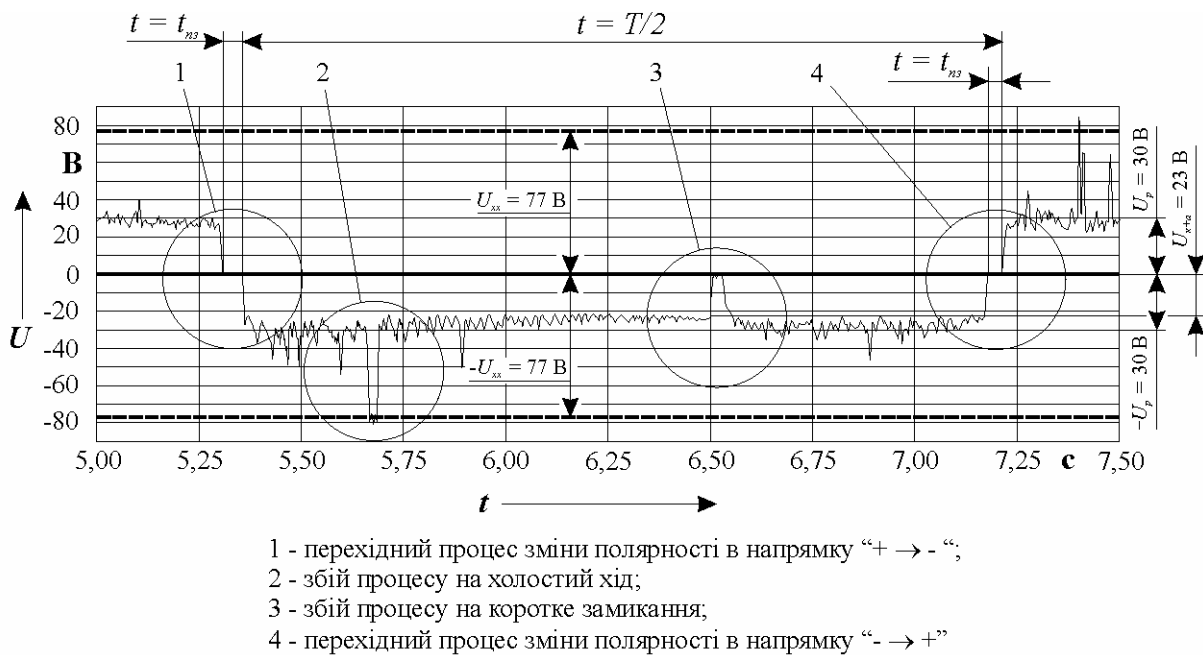


Рисунок 6 - Типова осцилограма напруги U процесу біполярної РОД зразків із твердого сплаву ТС-15 ($I = 100$ А; $P_{cm} = 0,8$ МПа; $F = 400$ мм²; $f = 0,5$ Гц)

- у випадку, коли величина торцевого МЕЗ різко збільшується, що пов'язано із якістю системи слідування за торцевим МЕЗ, дуга гасне, а нова дуга деякий час не збуджується. В цей момент сила струму зменшується до нульового рівня, а напруга на збільшується до напруги холостого ходу U_{xx} (див. рис. 6, зона 2) и тим самим створюється умова для подальшого збудження дуги;

- у випадку короткого замикання (див. рис. 6, зона 3) сила струму зростає до I_{k3} , а напруга падає до нульового рівня. Місце контакту інтенсивно нагрівається і тому при розведенні електродів збуджується дуга. Слід відмітити, що ця ділянка осцилограми дозволяє визначити за методикою роботи [4, с. 14] сумарне значення катодного та анодного падіння напруги U_{k+a} , яке для даних умов складає 23 В. Отже на стовп дуги припадає лише 7 В. Останнє пояснює той факт, що процес здійснюється на малих торцевих зазорах.

Таким чином, розроблені засоби дозволяють ефективно формувати біполярний струм для обробки дугою твердосплавних валків.

Список літератури

1. Пат. 45498 Україна, МПК В23Н 1/00. Спосіб одночасної розмірної обробки електричною дугою плоских торцевих поверхонь двох деталей // Боков В. М., Сіса О. Ф.; заявник та патентоволодар Кіровоградський національний технічний університет. - № u200906150; заявл. 15.06.2009; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 21.

2. Боков В. М. Фізичний процес електроерозії при розмірній обробці дугою / В. М. Боков // Вісник інженерної академії України. – 2002. - № 2. – С. 22- 29.
3. Воронин П. А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение / Воронин П. А. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 384 с.
4. Лесков Г. И. Электрическая сварочная дуга / Лесков Г. И. – М.: Машиностроение, 1970. – 335 с.

O. Cusa

Средства формирования биполярного тока при обработке дугой твердосплавных валков

Разработана электронная и электромеханическая системы эффективного формирования биполярного тока для обработки дугой твёрдосплавных валков.

O. Sysa

Means of formation of bipolar current while treatment by arc of hard-alloyed rolls

Electronic and electromechanical systems of effective formation of bipolar current while treatment by arc of hard-alloyed rolls were developed.

Одержано 03.02.12

УДК 656.7.086 (45)

О.В. Артеменко, канд. техн. наук

Кировоградская летная академия Национального авиационного университета

Информационная модель автоматизированной системы подготовки предполетной информации

В статье приведена концептуальная модель автоматизированной системы предполетной информации, назначением которой является информационная поддержка оператора предполетного информационного обслуживания. Описаны ее задачи и функции, а также входная и выходная информация. Приводятся условные обозначения и схема информационной модели АС ППИ.

предполетное информационное обслуживание, информационная поддержка, автоматизированная система подготовки предполетной информации, информационная модель

Постановка проблемы. Каждому полету воздушного судна (ВС) должна предшествовать тщательная подготовка экипажа. Такая предполетная подготовка является одним из условий обеспечения безопасности полетов и направлена на предотвращение случаев потери ориентировки, нарушений правил использования воздушного пространства, облегчения работы пилотов в воздухе и т.д. [1]. В процессе такой подготовки экипаж воздушного судна (ЭВС) должен изучить различную аэронавигационную (АНИ), метеорологическую (МИ), картографическую (КИ), нормативную (Норм.И) и др. информацию, убедиться в работе всех средств и служб по маршруту и на аэродромах (АД) и в результате принять обоснованное решение на вылет [2]. В настоящее время предполетную подготовку обеспечивают диспетчеры по обеспечению полетов, в обязанности которых входит освобождение командира ВС (КВС) от рутинной работы, предоставляя необходимую информацию и консультацию [1]. Поскольку КВС и диспетчер по обеспечению полетов несут совместную