

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

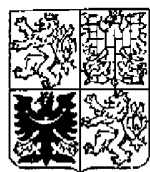
zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

813-97

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **09. 07. 96**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **18.07.95, 01.04.96**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **95/95112271, 96/96200881**

(33) Země priority: **RU, EP**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12. 11. 97**
(Věstník č. 11/97)

(86) PCT číslo: **PCT/IB96/00661**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 97/03781**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

B 23 H 3/02

(71) Přihlašovatel:

PHILIPS ELECTRONICS N. V., Eindhoven,
NL;

(72) Původce:

Gimaev Nasich Z., Ufa, RU;
Zajcev Aleksandr N., Ufa, RU;
Belogorskij Aleksandr L., Ufa, RU;
Agafonov Igor L., Ufa, RU;
Amirchanova Naila A., Ufa, RU;
Kucenko Viktor N., Ufa, RU;
Michutdinov Rafail R., Ufa, RU;

(74) Zástupce:

Koreček Ivan JUDr., Na baště sv. Jiří 9,
Praha 6, 16000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob a zařízení pro elektrochemické
obrábění elektricky vodivého předmětu v
elektrolytu, a zdroj elektrického výkonu**

(57) Anotace:

Amplituda (Un) napěťových impulsů se seřizuje mezi dvěma předem určenými hodnotami (Un1, Un2) odvozenými z dané kvality povrchu obráběného předmětu (2) a z opotřebení elektrody (6). Odvozování se provádí pomocí nejméně jedné zkoušky, která předchází obrábění opracovávaného předmětu (2). Zařízení obsahuje elektrodu (6), prostředek (4, 40) pro umístění elektrody (6) a obráběného předmětu (2) ve vzájemném odstupu tak, že se mezi nimi vytváří mezera (5), prostředek (3) pro přivádění elektrolytu do mezery (5) mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2), zdroj (14) proudu, elektricky připojitelný ke zpracovávanému předmětu (2) a elektrodě (6), pro přivádění proudových impulsů na obráběný předmět (2) a elektrodu (6), zdroj (16) napětí se říditelným výstupním napětím, elektric-

ky připojitelný k obráběnému předmětu (2) a elektrodě (6), pro přívod napěťových impulsů na obráběný předmět (2) a elektrodu (6), prostředek (20, 24) pro střídavé připojování zdroje (14) proudu a zdroje (16) napětí k obráběnému předmětu (2) a elektrodě (6), prostředek (44, 28) pro generování řídicího signálu (CSU) pro postupné měnění výstupního napětí zdroje (16), prostředek (26, 28, 30) pro analyzování a ukládání tvarových průběhů napěťových a/nebo proudových impulsů mezi obráběným předmětem (2) a elektrodou (6), prostředek (28) pro detekci obrácení znaménka v rozdílu mezi po sobě následujícími hodnotami parametru, odvozenými z tvarového průběhu impulsu proudu nebo napětí, nebo z odporu přes mezeru (5) mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2), a prostředek pro ukládání okamžité hodnoty řídicího signálu zdroje (16) napětí při zjištění obrácení znaménka.

CZ 813-97 A3

JUDr. Ivan KOREČEK
Advokátní a patentová kancelář
160 00 Praha 6, Na baště sv. Jiří 9
P.O. BOX 275, 160 41 Praha 6
Česká republika

-1-

PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ	UŘAD	26. V. 97	039839	Č.j.
Přil.			DOŠLO	

Způsob a zařízení pro elektrochemické obrábění elektricky vodivého předmětu v elektrolytu, a zdroj elektrického výkonu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu elektrochemického obrábění elektricky vodivého obráběného předmětu v elektrolytu zaváděním bipolárních elektrických impulsů mezi obráběným předmětem a elektricky vodivou elektrodou, přičemž jeden nebo více proudových impulsů normální polaroty se střídají s napětovými impulsy opačné polaroty.

Dosavadní stav techniky

Takový způsob je znám z ruského patentového spisu č.SU 1 440 636 A1 a může být použit pro výrobu částí mající velmi složitý profil nebo pro vytváření nástrojů z velmi pevných ocelí a slitin. Během proudových impulsů normální polaroty je obráběný předmět vzhledem k elektrodě kladný a kov obráběného předmětu se rozpouští v elektrolytu, zatímco se současně vytvářejí na povrchu obráběného předmětu pasivační vrstvy. Během napětových impulsů opačné polaroty je obráběný předmět vzhledem k elektrodě záporný a dochází k odpasivování povrchu. Současně se elektrolyt v blízkosti obráběného předmětu stává alkalický v důsledku tvorby vodíku z vody. Vysoký hodnota pH působí reakci, v níž se pasivační vrstva obráběného předmětu rozpouští. Napětový impuls opačné polaroty je následován pauzou, mající délku přibližně 0,5 až 2 násobek doby trvání napětového impulsu.

Nedostatek tohoto známého způsobu spočívá v tom, že nejsou známy optimální meze pro měnění hodnoty napětí napětových impulsů opačné polaroty pro dosažení vysoké produktivity, přesnosti a kvality obrobení. Dochází k rozpouštění elektrody, což vede ke změnám rozměrů a tvaru elektrody,

v důsledku čehož se zhoršuje přesnost a kvalita povrchu.

Patentový spis USA č.3 654 116 popisuje způsob elektrochemického obrábění pomocí bipolárních impulsů, při kterém se střídají impulsy normální polarity s impulsy opačné polarity. Amplituda a/nebo doba trvání a/nebo poloha impulsů opačné polarity se řídí tak, že účinek těchto impulsů je právě přiměřený pro zrušení pasivace. Tento známý způsob však neodhaluje optimální meze, v jejichž rámci by měla ležet amplituda impulsů opačné polarity.

Podstata vynálezu

Vynález si klade za úkol vytvořit způsob se zvýšenou přesností, produktivitou a kvalitou obrobení zpracovávaného (obráběného) předmětu. Dále se klade za úkol vytvořit zařízení pro provádění tohoto způsobu. K tomuto účelu se při způsobu popsaném v úvodním odstavci amplituda napěťových impulsů seřizuje mezi dvěma předem určenými hodnotami odvozenými z dané kvality povrchu obráběného předmětu a opotřebení elektrody, přičemž toto odvozování se provádí pomocí nejméně jedné zkoušky, která předchází obrábění obráběného předmětu.

Prostřednictvím předchozí zkoušky pro určení optimálních mezí, mezi nimiž by amplituda měla ležet, předejde rozpouštění elektrody a následnému zhoršování přesnosti obrábění a kromě toho se dochází vysoká přesnost obrábění, která je doprovázena dobře definovanou kvalitou povrchové plochy, například ve formě lesklého povrchu.

Když se obrábí chromniklová ocel, ukazuje se, že při těchto pracovních podmínkách zůstává v odpadním elektrolytu snížená koncentrace šestimocného chromu, takže se dají snáze splnit ekologické požadavky.

Meze, v nichž může ležet amplituda napěťových impulsů opačné polaroty, se určují pomocí varianty způsobu podle vynálezu, při které se během zkoušky amplituda napěťových impulsů postupně zvyšuje z počáteční hodnoty na konečnou hodnotu, a určují se dvě předem určené hodnoty při obracení znamének v rozdílu mezi po sobě následujícími hodnotami parametru, který je za provozu reprezentativní pro vlastnost mezery mezi elektrodou a obráběným předmětem.

Bylo zjištěno, že změna znaménka v rozdílu mezi po sobě následujícími hodnotami parametru reprezentativního pro vlastnost mezery mezi elektrodou a obráběným předmětem je charakteristickým znakem při daných amplitudách napěťových impulsů opačné polaroty. První obrácení signálu nastává na začátku rozmezí, v němž amplituda napěťových impulsů vytváří lesklý povrch obráběného předmětu. Druhé obrácení znaménka vyznačuje okamžik, v němž se elektroda začíná rozpouštět v elektrolytu a přesnost obrábění se začíná zhoršovat. Během zkoušky se amplituda napěťových impulsů opačné polaroty zvyšuje a během každé z následujících změn znaménka signálu se odpovídající amplituda uloží do paměti. Uvedené dvě odpovídající amplitudy potom tvoří dvě předem určené hodnoty, v jejichž rámci se pokračuje v obráběcím procesu.

Nejsou-li přiváděny žádné impulsy opačné polaroty, není napětí mezi elektrodou a obráběným předmětem bezprostředně po skončení proudového impulsu normální polaroty nulové, ale je rovné polarizačnímu napětí, které postupně klesá na nulu, nejsou-li přiváděny žádné další impulsy. Podle vynálezu se amplituda napěťových impulsů během zkoušky zvyšuje z počáteční hodnoty, která v podstatě odpovídá polarizačnímu napětí, na konečnou hodnotu, která není větší, než napětí, při kterém se elektroda začíná rozpouštět v elektrolytu.

První obměna způsobu, pokud jde o parametr, který je reprezentativní pro vlastnost mezery mezi elektrodou a obráběným předmětem, se může vyznačovat tím, že parametr je amplituda celkového minima v napětí přes mezeru během proudových impulsů, přičemž celkové minimum vyplývá z kmitavého vzájemného pohybu obráběného předmětu a elektrody. V tomto případě je parametr napětí přes šterbinu. Kromě plynulého pohybu mezi elektrodou a obráběným předmětem dochází také také ke kmitavému pohybu. Elektroda například vykonává sinusovitý pohyb a obráběný předmět se pohybuje plynule ve směru kmitavé elektrody. Proudové impulsy normální polaridy jsou přiváděny v časovém intervalu, v němž je elektroda nejbližší ke zpracovávanému předmětu. Během proudových impulsů má napětí přes mezeru mezi elektrodou a obráběným předmětem tvarový průběh s celkovým minimem. Hodnota napětí tohoto celkového minima se ukazuje být závislá na amplitudě napěťových impulsů opačné polaridy. Během zkoušky se amplituda napěťových impulsů opačné polaridy postupně zvyšuje a vypočítá se rozdíl v napěťových hodnotách po sobě následujících celkových minim. Jakmile dojde k obrácení znaménka rozdílu, určí se odpovídající amplituda napěťových impulsů opačné polaridy.

Během zkoušky se může amplituda napěťových impulsů opačné polaridy inkrementovat danou velikostí rozdílu po každém proudovém impulsu normální polaridy. V případě srovnatelně malé velikosti kroku vznikne měřitelná změna hodnoty napětí po sobě následujících celkových minim pouze po relativně velkém počtu proudových impulsů. V tomto případě bude třeba určit a zprůměrovat řadu po slabě následujících hodnot celkových minim, aby se umožnila detekce obrácení znaménka s přiměřenou přesností. Obecně bude obrácení znaménka mezi dvěma po sobě následujícími impulsy měřitelné pouze při pou-

žití relativně velké velikosti kroku. Optimální velikost kroku závisí na požadované přesnosti pro meze amplitudy napětových impulsů.

Během zkoušky se udržuje předem určená velikost mezery. Pro tento účel se další varianta způsobu vyznačuje tím, že velikost mezery mezi elektrodou a obráběným předmětem se řídí tak, že během proudových impulsů vzniká lokální maximum napětí mezi obráběným předmětem a elektrodou. Proudový impuls zahřívá elektrolyt. Když se elektroda pohybuje směrem od obráběného předmětu, dochází ke kavitaci a elektrolyt začne vřít, což vede k nadměrné tvorbě bublin. To působí dočasný vzrůst odporu v elektrolytu, což se projevuje lokálním maximem výchylky napětí v elektrolytu, které se samo projevuje jako lokální maximum výchylky napětí mezi elektrodou a obráběným předmětem během proudových impulsů.

Je také možné použít alternativních vlastností mezery jako parametru, který je reprezentativní pro vlastnost mezery mezi elektrodou a obráběným předmětem. K tomuto účelu se druhá obměna způsobu podle vynálezu vyznačuje tím, že parametr je integrál proudu přes mezeru během napětových impulsů.

V tomto případě se měří okamžitý proud, který prochází mezerou mezi elektrodou a obráběným předmětem během napětového impulsu. Integrál tohoto proudu slouží jako parametr pro detekci změn znaménka.

Třetí obměnou způsobu je, že parametr je integrál napětí přes mezeru během proudových impulsů. Při tomto alternativním způsobu se měří okamžité napětí přes mezeru mezi elektrodou a obráběným předmětem během proudových impulsů. Integrál tohoto napětí slouží jako parametr pro detekci ob-

racení znaménka.

Oba posledně jmenované alternativní způsoby jsou mimo jiné vhodné v případě, kdy v napětí mezi elektrodou a obráběným předmětem nevzniká celkové minimum. Nepřítomnost takového celkového minima může být způsobena tím, že nedochází k žádnému kmitavému pohybu mezi obráběným předmětem a elektrodou. Jinou příčinou může být to, že se vykonává kmitavý pohyb, ale každý proudový impuls se dělí do skupiny krátkých impulsů, aby se zabránilo nadměrné kavitaci a vzniku příliš vysoké teploty elektrolytu. celkové minimum potom není měřitelné, nebo je měřitelné jen stěží.

Ještě dalšími alternativami jsou měření odporu před mezeru, při kterém se zjišťují obracení znaménka změny odporu, a měření samotné mezery, při kterém se zjišťují obracení znaménka při změnách velikosti mezery. V posledním případě může být určena příznivá hodnota amplitudy napěťových impulsů opačné polaroty pomocí další varianty způsobu, která se vyznačuje tím, že se při zkoušce postupně zvyšuje amplituda napěťových impulsů, měří se velikost mezery mezi obráběným předmětem a elektrodou vypočítá se rozdíl mezi naměřenými hodnotami pro následující a předchozí hodnotu velikosti mezery, určí se amplituda napěťových impulsů při změně znaménka v tomto rozdílu, a následně se pokračuje obrábění s takto určenou amplitudou.

Je třeba opět poznamenat, že v případě uvedených alternativních vlastností již není zapotřebí provádět kmitavý pohyb mezi elektrodou a obráběným předmětem. Kromě toho je třeba vzít na zřetel, že napěťové impulsy opačné polaroty mohou být kratší, než pauzy mezi proudovými impulsy normální polaroty, aby se dosáhl stejný depasivační účinek na zpracovávaném povrchu.

Vynález se také vztahuje na zařízení pro elektrochemické obrábění elektricky vodivého obráběného předmětu v elektrolytu zaváděním bipolárních elektrických impulsů mezi obráběným předmětem a elektricky vodivou elektrodou, přičemž jeden nebo více proudových impulsů normální polarity se střídají s napětovými impulsy opačné polarity, vyznačené tím, že zařízení obsahuje elektrodu, prostředek pro umísťování elektrody a obráběného předmětu ve vzájemném odstupu tak, že se mezi nimi vytváří mezera, prostředek pro přivádění elektrolytu do mezery mezi elektrodou a obráběným předmětem, zdroj proudu, elektricky připojitelný ke zpracovávanému předmětu a elektrodě, pro přivádění proudových impulsů na obráběný předmět a elektrodu, zdroj napětí se říditelným výstupním napětím, elektricky připojitelný ke zpracovávanému předmětu a elektrodě, pro přívod napětových impulsů na obráběný předmět a elektrodu, prostředek pro střídavé připojování zdroje

proudu a zdroje napětí ke zpracovávanému předmětu a elektrodě, prostředek pro generování řídicího signálu pro postupné měnění výstupního napětí zdroje napětí, prostředek pro analyzování a ukládání tvarových průběhů napětových a/nebo proudových impulsů mezi obráběným předmětem a elektrodou, prostředek pro detekci obrácení znaménka v rozdílu mezi po sobě následujícími hodnotami parametru, odvozenými z tvarového průběhu impulsů proudu nebo napětí, nebo z odporu přes mezeru mezi elektrodou a obráběným předmětem, a prostředek pro ukládání okamžité hodnoty řídicího signálu zdroje napětí při zjištění obrácení znaménka.

Zdroj proudu poskytuje proudové impulsy, potřebné pro elektrochemické obrábění zpracovávaného (obráběného) předmětu. Ideální zdroj proudu je zdroj elektrického výkonu, mající velmi vysokou výstupní impedanci, který poskytuje daný

proud bez ohledu na odporovou hodnotu zátěže. V praxi je však výstupní impedance omezená, ale přiváděný proud je přes to značně nezávislý na okamžitém odporu mezi elektrodou a obráběným předmětem. Změna napětí přes mezeru je potom určována téměř zcela odporem přes mezeru a ne výstupním odporem samotného zdroje proudu. Takový zdroj proudu umožňuje provádět uvedené měření obracení znaménka v celkovém minimu a obracení znaménka v integrálu napětí přes mezeru. Jestliže je však zvolený parametr integrál proudu během napěťových impulsů, není zapotřebí, aby zdroj proudu měl vysokou výstupní impedanci. Tvarový průběh napětí během proudových impulsů normální polarity v podstatě nehraje roli při měření proud během napěťových impulsů opačné polarity. Z toho vyplývá, že v daných podmínkách může být výstupní impedance zdroje proudu tak nízká, že se zdroj proudu chová jako zdroj napětí.

Zdroj napětí poskytuje napěťové impulsy opačné polarity, potřebné pro depasivaci povrchu obráběného předmětu. Ideální zdroj napětí je zdroj elektrického výkonu, mající velmi nízkou výstupní impedanci a poskytující dané napětí bez ohledu na odpor zátěže. V praxi je však výstupní impedance omezená, ale poskytované napětí je značně nezávislé na okamžitém odporu mezi elektrodou a obráběným předmětem. Výchylka proudu přes mezeru je potom diktována téměř zcela odporem přes mezeru a ne výstupní impedancí samotného zdroje napětí. Zejména když se měří integrál proudu během napěťových impulsů opačné polarity, je žádoucí mít zdroj napětí s nízkou výstupní impedancí. Když se měří obracení znaménka v celkovém minimu a obracení znaménka v integrálu napětí přes mezeru během proudových impulsů normální polarity, hraje tvarový průběh proudu během napěťových impulsů opačné polarity podřadnou roli. Výstupní impedance zdroje napětí potom může být tak vysoká, že zdroj napětí se chová jako zdroj

proudu.

Výstupní napětí zdroje napětí je říditelné pro to, aby umožnilo postupné měnění amplitudy napěťových impulsů během zkoušky. Zdroj proud a zdroj napětí jsou střídavě připojovány k elektrodě a k obráběnému předmětu a vytvářejí tak sled bipolárních impulsů. Když se pohybují elektroda a obráběný předmět vůči sobě navzájem, je sled impulsů s výhodou synchronizován s kmitáním tak, že střed proudového impulsu se shoduje s bodem nejtěsnějšího přiblížení mezi elektrodou a obráběným předmětem.

Výchylka proudu procházejícího mezerou a/nebo napětí přes mezeru mezi elektrodou a obráběným předmětem se měří jako funkce času a ukládá se do paměti. Proud a napětí se s výhodou měří prostřednictvím analogově-číslicových převodníků, připojených k počítači, v němž se měřicí data ukládají. Analyzováním měřicích dat počítač vypočítává a detekuje obrácení znaménka ve výchylce naměřeného parametru. Počítač také generuje řídicí signál pro řízení výstupního napětí zdroje napětí. Během zkoušky se výstupní napětí zdroje napětí postupně mění při ovládání řídicího signálu z počítače. Jakmile počítač detekuje obrácení znaménka, uloží se přiřazený řídicí signál do paměti. Po ukončení zkoušky se řídicí signál nastaví na hodnoty mezi hodnotami zjištěnými při obrácení znaménka.

Je třeba poznamenat, že místo analýzy proudu a/nebo napětí může být prováděna analýza změny velikosti mezery během zkoušky, a to prostřednictvím vhodných čidel polohy a k nim připojených analogově-číslicových převodníků.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkla-

dech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr.1 schema provedení zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu, obr.2 tvarové průběhy signálů při variantě způsobu podle vynálezu, obr.3 grafické znázornění obměny stavu elektrolytu mezi elektrodou a obráběným předmětem při provádění varianty způsobu podle vynálezu, obr.4 tvarový průběh signálu při variantě provedení způsobu podle vynálezu, obr.5 tvarový průběh alternativního sledu proudových impulsů při provádění způsobu podle vynálezu, obr.6 elektrické blokové schema provedení zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu, obr.7 grafické vyjádření vztahu mezi parametry procesu a amplitudou napěťových impulsů opačné polarity při provádění způsobu podle vynálezu, obr.8 tvarový průběh napětí mezi elektrodou a obráběným předmětem při provádění varianty způsobu podle vynálezu a obr.9 vývojový diagram jednoho kroku způsobu podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Obr.1 znázorňuje zařízení pro elektrochemické obrábění obráběného předmětu 2. obráběný předmět 2 je nesen stolem 4, který se pohybuje podávací rychlostí V_k směrem k elektrodě 6, která vykonává kmitavý pohyb vzhledem ke zpracovávanému předmětu 2 prostřednictvím klikového hřídele 8, hnaného motorem 10. obráběný předmět je vytvořen například z oceli obsahující chrom. Elektrolyt, například vodný roztok dusičnanů alkalických kovů, proudí v mezeře 5 mezi obráběným předmětem 2 a elektrodou 6 a je uváděn do oběhu pod tlakem P_1 z nádrže 3. obráběný předmět 2, stůl 4 a elektroda 6 jsou elektricky vodivé. Elektroda 6 a stůl 4 jsou připojeny ke zdroji 12 elektrického napájení, který vede do elektrody 6 a stolu 4 bipolární elektrické impulzy. Elektrické impulzy obsahují elektrické impulzy normální polaroty, při které je stůl 4 a následně obráběný předmět 2, kladný vzhledem k elektrodě 6, které se střídají s impulzy opačné polaroty, při kterých

je obráběný předmět 2 kladný vzhledem k elektrodě 6. Během proudových impulzů normální polaroty se kov obráběného předmětu 2 rozpouští v elektrolytu, zatímco se současně vytváří na povrchu obráběného předmětu 2 pasivační vrstvy. Během napětových impulzů opačné polaroty se provádí odpasivování povrchu. Současně se elektrolyt v oblasti obráběného předmětu 2 stává alkalickým vzhledem k vyvíjení vodíku z vody. Vysoká hodnota pH vyvolává reakci, při níž se pasivační vrstva 2 na zpracovávaném předmětu 2 rozpouští.

Křivka I na obr.2 znázorňuje výchylku velikosti $S(t)$ mezery 5 mezi elektrodou 6 a obráběným předmětem 2. Křivka II na obr.2 znázorňuje výchylku napětí U přes mezeru 5 křivka III znázorňuje výchylku proudu I přes mezeru 5. Proudové impulzy normální polaroty a amplitudy I_p se přivádějí v časovém intervalu t_i , jak je udáváno křivkou IV z obr.2, kdy je elektroda 6 uložena nejbližší ke zpracovávanému předmětu 2. Během těchto proudových impulzů má napětí přes mezeru 5 celkové minimum, jak je znázorněno na křivce II z obr.2. Proudové impulzy se střídají s napětovými impulzy opačné polaroty a amplitudou U_n v časovém intervalu t_u , vyznačeném na křivce V na obr.2.

V počátečním stadiu přibližování elektrody 6 ke zpracovávanému předmětu 2 v případě relativně velké velikosti mezery S_{max} (obr.3) je proud elektrolytu turbulentní a elektrolyt obsahuje bubliny páry plynu. V tomto stadiu má prostor mezi elektrodou 6 a obráběným předmětem 2 relativně vysoký elektrický odpor, což je patrné z prvního maxima v napětí U v křivce II na obr.2. V důsledku přibližování elektrody 6 vzrůstá tlak v elektrolytu, což má za následek, že bubliny páry a plynu se rozpouštějí, takže elektrolyt je v mezeře homogenní a stejnoměrně rozdělený a dá se dosáhnout vysoká hustota proudu při malé velikosti mezery. V důsledku

toho elektrický odpor klesá, což je patrné z přítomnosti celkového minima v napětí U v křivce II na obr.2. V důsledku zvětšování vzdálenosti mezi elektrodou 6 a obráběným předmětem 2 a obnovené tvorby páry a bublin plynu se elektrický odpor opět zvyšuje na druhé maximum, jak je patrné na křivce II na obr.2. Přívod elektrického výkonu může být tak velký, že elektrolyt začne intenzivně vřít, což vyvolá tvorbu dalších bublin v mezeře. Tvorba dalších bublin v mezeře vyvolá dočasný vzrůst elektrického odporu elektrolytu, což se projeví jako lokální maximum ve výchylce napětí U mezi elektrodou a obráběným předmětem během proudových impulsů. Obr.4 ukazuje podrobněji výchylku napětí U s lokálním maximem U_{3max} , které se objeví po celkovém minimum U_{min} .

Je třeba poznamenat, že takové silné tvorbě bublin se dá zabránit přiváděním skupin proudových impulsů normální polarity, které se střídají s napětovými impulsy opačné polarity. Takový sled bipolárních impulsů je znázorněn na obr.5. Proces tak pokračuje s vyšší stálostí při poskytování přesnějšího výsledku se stejnou minimální velikostí mezery.

Obr.6 znázorňuje elektrické blokové schéma elektrochemického obráběcího zařízení podle vynález, obsahující elektrický výkonový zdroj 2 pracující podle vynálezu. Výkonový zdroj 12 obsahuje proudový zdroj 14, který poskytuje proud I_p , jehož velikost je proměnlivá prostřednictvím řídicího signálu CSI, a zdroj 16 proměnlivého napětí, který poskytuje výstupní napětí U_n , proměnlivé prostřednictvím řídicího signálu CSU. Záporná svorka proudového zdroje 14 a kladná svorka zdroje 16 proměnlivého napětí jsou obě připojeny k elektrodě přes fakultativně přítomný sériový rezistor 18. Kladná svorka proudového zdroje 14 je připojena ke zpracovávanému předmětu 2 přes spínač 20. Spínač 20 se uzavírá v časových intervalech t_i (obr.2) při řízení signálem

Si přiváděným synchronizační jednotkou 22. Záporná svorka zdroje proměnlivého napětí 16 je připojena ke zpracovávanému předmětu 2 přes spínač 24. Spínač 24 je spínán v časových intervalech tu (obr.2) při řízení signálem Su, který je také napájen synchronizační jednotkou 22, rovněž poskytující synchronizaci motoru 10.

Analogové napětí U mezi elektrodou 6 a obráběným předmětem 2 se měří na svorkách 32 a 34 prostřednictvím analogově-číslicového převodníku 26 a převádí se na číslicový signál DU, který se ukládá, analyzuje a zpracovává v počítači 28. V případě potřeby může být proud I přes mezeru také měřen poklesem napětí přes sériový rezistor 18 na svorkách 36 a 38 prostřednictvím druhého analogově-číslicového převodníku 30, který převádí pokles analogového napětí na číslicový signál DI, který se zpracovává počítačem 28 způsobem podobným číslicovému signálu DU. Místo sériového rezistoru 18 je také možné používat proudový transformátor nebo jakékoli jiné vhodné rozhraní.

Analogově-číslicový převodník 30 může být vypuštěn, jestliže se v odpovídajících okamžicích vstupní svorky analogově-číslicového převodníku 26 přepínají z měření napětí na svorkách 32 a 34 na měření proudu na svorkách 36 a 38. Synchronizační jednotka 22, analogově-číslicové převodníky 26 a 30 a počítač 28 jsou napájeny hodinovými impulsy, neznázorněnými na obr.6, které zajišťují, že k získávání dat a zpracování dat dochází synchronizovaně s výskytem bipolárních proudových impulsů a oscilacemi elektrody. Poloha stolu 4 se monitoruje čidlem 40 polohy, které poskytuje signál DS, který je mírou posunu stolu 4. Počítač 28 vytváří řídicí signál CSI pro zdroj 14 proudu a řídicí signál CSU pro říditelný zdroj 16 napětí přes rozhraní 42 a 44, která mohou být tvořena například číslicově-analogovými převodní-

ky.

Řízením rychlosti V_k přísunu stolu 4 se mezera 5 nastavuje tak, že vzniká lokální maximum U_{3max} , jak je znázorněno na obr.4. Toto lokální maximum může být určeno analýzou napětí U s pomocí analogově-číslicového převodníku 26 a počítače 28 nebo s pomocí osciloskopu. V případě potřeby však může být zvolen jakýkoli provozní bod pro velikost mezery 5, t.j. také jeden pro který nevzniká při napětí U žádné lokální maximální napětí U_3 .

Experimenty ukázaly, že při změně napětí U_n napětových impulsů opačné polarizace v intervalu mezi polarizační napětí U_{pol} a napětí U_{n2} , při kterém se elektroda 6 začíná rozpouštět, když se proces provádí při daných podmínkách, hodnota U_{min} (viz obr.2, křivka II) celkového minima nejprve prochází $U_{min}=U_{p1}$ při amplitudě $U_n=U_{n1}$ a následně vzrůstá a prochází maximem $U_{min}=U_{p2}$ při amplitudě $U_n=U_{n2}$. Tato situace je znázorněna na obr.7. Polarizační napětí U_{pol} je napětí bezprostředně po skončení impulsů normální polarizace mezi elektrodou 2 a obráběným předmětem 6, jestliže nejsou přiváděny impulsy opačné polarizace (obráz.8, křivka I). Polarizační napětí U_{pol} postupně klesá na nulu, nejsou-li přiváděny žádné proudové impulsy.

V první oblasti, kde je napětí U_n mezi U_{pol} a U_{n0} , je přítomen na povrchu obráběného předmětu 2 tmavý oxidový film. Ve druhé oblasti, kde je napětí U_n mezi hodnotami U_{n0} a U_{n1} , projevuje se přivádění napětových impulsů opačné polarizace a povrch obráběného předmětu 2 se stává postupně jasnější. V následující třetí oblasti, kde je napětí U_n mezi hodnotami U_{n1} a U_{n2} , může rychlost V_k přísunu obráběného předmětu 2 značně vzrůstat, protože rozpouštěcí proces probíhá účinněji bez oxidové vrstvy. Povrch obráběného předmětu

2 potom získává vysoký lesk, přičemž průměrná drsnost povrchu R_a je menší než $0,1 \mu\text{m}$. Pro oceli s obsahem chromu bylo zjištěno, že obsah chromu v lesklé vrstvě je větší, než v případě unipolárního procesu. Kromě toho je při těchto podmínkách snížena koncentrace toxických šestimocných chromových iontů v odpadním elektrolytovém roztoku. Hodnota $U_n = U_{n1}$ má za následek, že při provozních podmínkách s malou velikostí mezery S_t a rovnoměrném elektrolytu bez bublin dochází k vyšší kopírovací přesnosti a vyšší rychlosti rozpouštění obráběného předmětu. Elektroda 6 se začíná rozpouštět při hodnotě $U_n = U_{n2}$, která je nežádoucí, protože má za následek sníženou přesnost obrobení.

Napětí U_n napěťových impulsů opačné polaroty je třeba udržovat v mezích hodnot U_{n1} a U_{n2} , aby se dosáhlo optimálního účinku. Podle vynálezu jsou tyto meze určeny prostřednictvím zkoušky, která předchází další zpracování obráběného předmětu 2. Pro tento účel se napětí U_n postupně zvyšuje při daných pracovních podmínkách z počáteční hodnoty rovné polarizačnímu napětí $U_n = U_{pol1}$ na konečnou hodnotu, která není větší, než napětí $U_n = U_{nmax}$, při němž se elektroda začíná rozpouštět. Mezi dvěma po sobě následujícími proudovými impulsy se měří napětí U_{min} a vypočítá se rozdíl vůči U_{min} předchozího proudového impulsu. Dojde-li v tomto rozdílu k prvnímu obrácení znaménka, vznikne hodnota $U_n = U_{n1}$ z grafu na obr.7. Jestliže po více impulsech dojde v rozdílu ke druhému obrácení znaménka, získá se hodnota $U_n = U_{n2}$. V případě srovnatelně malé hodnoty kroku ΔU_n vznikne měřitelná změna v napěťové hodnotě U_{min} po sobě následujících celkových maxim pouze po srovnatelně velkém počtu proudových impulsů. V tomto případě bude třeba zjistit a zprůměrovat více po sobě následujících napěťových hodnot celkových minim, aby se umožnila detekce obrácení znaménka s uspokojivou přesností. Toho se může dosáhnout vhodným naprogramováním počítače.

28. Relativně velká velikost kroku obvykle poskytne měřitelné obrácení znaménka mezi dvěma po sobě následujícími impulsy. Optimální velikost kroku závisí na požadované přesnosti pro mezní hodnoty Un1 a Un2 amplitudy napětových impulsů.

Způsob bude nyní vysvětlen popisem jednotlivých kroků, které se provádějí:

Krok 1: Volba pracovních podmínek procesu

Dané pracovní podmínky jsou například ty, které jsou popsány ve vztahu k tvarovému průběhu signálu znázorněnému na obr.4, t.j. kmitavý pohyb mezi elektrodou 6 a obráběným předmětem 2 a výskyt lokálního maxima U3max v celkovém minimu napětí U přes mezeru 5. Jsou však možné pracovní podmínky s odlišnými velikostmi mezery a bez kmitavého pohybu, jako je konstantní rychlost Vk přísunu obráběného předmětu 2, která je přibližně rovná rychlosti rozpouštění obráběného předmětu 2, takže velikost mezery zůstává v podstatě konstatní.

Krok 2: Měření polarizačního napětí Upol

Během zkoušky se bude napětí Un zvětšovat z hodnoty $Un=Upol$, jak je znázorněno křivkou II na obr.8. Aby se umožnilo určování velikosti polarizačního napětí Upol, je třeba před zkouškou přivádět větší počet unipolárních impulsů, t.j. spínač 24 na obr.6 není sepnut v časových intervalech tu mezi proudovými impulsy normální polarity v časových intervalech ti. Napětí před mezerou 5 se potom mění, jak je znázorněno v křivce I na obr.8. Hodnota polarizačního napětí Upol se měří a ukládá do paměti pomocí analogové-číslicového převodníku 26 a počítače 28.

Krok 3: Provádění zkoušky pro určování mezních hodnot Un_1 a Un_2 napětí Un

Obr.9 znázorňuje vývojový diagram zkouškového postupu, prováděného počítačem 28 v odezvě na měřených napětích. Bloky na obr.9 mají následující význam:

B0: Start
B1: $Un = Upol$
B2: Příznak = je pravdivé
B3: $Umin[0] = 0$
B4: $i = 1$
B5: $Un = Un + \text{delta } Un$
B6: měř $Umin[i]$
B7: $\text{delta } Umin = Umin[i-1] - Umin[i]$
B8: $i = i + 1$
B9: příznak = je pravdivé ?
B10: $\text{delta } Umin < 0$?
B11: příznak = je nepravdivé
B12: $Un_1 = Un$
B13: $\text{delta } Umin > 0$?
B14: $Un_2 = Un$
B15: Konec

Hodnota i odpovídá čítání sledového čísla proudových impulsů. $Umin[i]$ je naměřená hodnota $Umin$ během i -tého proudového impulsu.

V bloku B1 se počáteční hodnota $Upol$, naměřená v kroku 2, přiřadí proměnné Un . Počítač 28 předává vhodný signál CSU zdroji 16 proměnlivého napětí přes číslicově-analogový převodník 44, v důsledku čehož se výstupní napětí Un tohoto napěťového zdroje stane rovným hodnotě $Upol$. V bloku B2 se hodnota "pravdivé" přiřadí příznaku booleovské proměnné. V bloku B3 se hodnota $Umin[0]$ nastaví na nulu. V bloku B4 se

čítač nastaví na 1. Po této inicializaci se napětí U_n inkrementuje v bloku B5, přičemž počítač 28 pokaždé poskytuje odpovídající řídicí signál CSU zdroji 16 proměnlivého napětí. Během příštího proudového impulsu se měří napětí U_{min} v bloku B6. Následně se v bloku B7 měří rozdíl mezi hodnotou U_{min} předchozího proudového impulsu a vypočítá se současný proudový impuls.

V bloku B8 se čítač inkrementuje o 1 pro následující měření. V bloku B9 se zkouší příznak. Příznaku byla dána hodnota "je pravdivé" v bloku B2. První časový blok B10 se tak provede pro ověření, zda se vyskytne obrácení znaménka v rozdílu vypočítaném v bloku B7 nebo, jinými slovy, zda rozdíl je menší než 0. Není-li tomu tak, program se vrátí do bloku B5. Je-li rozdíl menší než 0, provede se blok B11, v němž se příznak proměnné nastaví na "není pravdivé". V bloku B12 se hodnota U_n převládající během obrácení znaménka uloží jako proměnná U_{n1} . Následně se program vrátí do bloku B5. Jelikož příznaku nyní byla dána hodnota "není pravdivé", provede se blok B13 po zkoušce v bloku B9. Blok B13 kontroluje, zda dochází k opačné změně znaménka v rozdílu vypočítaném v bloku B7 nebo, jinými slovy, zda je rozdíl větší než 0. Není-li tomu tak, program se vrátí do bloku B5. Je-li rozdíl větší než 0, provede se blok B14, v němž se okamžitá hodnota U_n , převládající během druhého obrácení znaménka, uloží v proměnné U_{n2} . Po té se zkouška ukončí v bloku B15. Tento proces je znázorněn v křivce II na obr.8, která ukazuje napětí U pro dva po sobě následující proudové impulsy $[i-1]$ a $[i]$.

Krok 4: Přerušeni operace

Pro zkoušce může být operace přerušena pro určení volby v kroku 5.

Krok 5: Volba provozního napětí U_n s mezními hodnotami U_{n1} a U_{n2} , takto nalezenými

Nyní se nastaví napětí U_n na hodnotu mezi hodnotami U_{n1} a U_{n2} , zjištěnými během zkoušky. Hodnoty U_{n1} a U_{n2} byly uloženy v paměti počítače 28. Prostřednictvím vhodného softwaru je nyní možné nastavit řídicí napětí CSU pomocí číslicově-analogového převodníku 42 na hodnotu odpovídající zvolené hodnotě U_n v mezích hodnot U_{n1} a U_{n2} .

Krok 6: Pokračování v obráběcím procesu

Opracování nyní pokračuje v daných podmínkách a se zvoleným napětím U_n . Křivka III na obr.8 představuje výchylku napětí během bipolárních impulsů. obrábění nyní pokračuje, až stůl 4 prodělal předem určený posun. Tento posun se měří čidlem 40 polohy (obr.6).

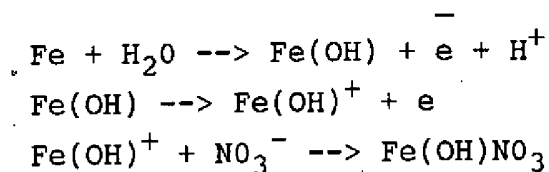
Krok 7: Zastavení obráběcího procesu

obrábění se zastaví, když se dosáhne předem určeného posunu stolu 4. Po té se pulsování zastaví.

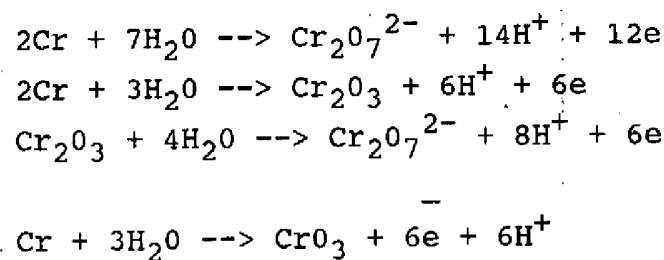
Když se elektrochemicky obrábí ocel obsahující chrom v elektrolytu na bázi vodného roztoku dusičnanů alkalických kovů podle výše uvedeného způsobu, vede to k tomu účinku, že napěťový impuls opačné polarity vyvolá nucené elektrické vybití polarizace v povrchu obráběného předmětu, a v důsledku uvolnění aktivního atomárního vodíku na povrch předmětu, který se má zpracovávat, redukci kovových oxidů v oxidovém filmu na zpracovávaném předmětu a iontů (včetně dvojchromanových iontů $Cr_2O_7^{2-}$), uložených na elektrické dvojvrstvě obráběného předmětu.

Všeobecně může docházet k následujícím chemickým reakcím na povrchu chromové oceli, která se má obrábět, když se použijí bipolární impulsy:

Pro železo:

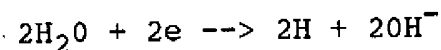


Pro chrom:

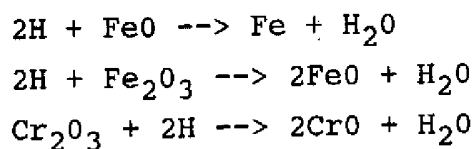


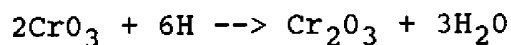
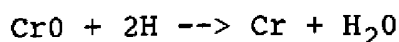
V případě anodové polarizace má toto za následek, že se na povrchu, který se má obrábět, vytvářejí následující oxidy: FeO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , CrO_3 .

V případě katodové polarizace dochází k následující reakci na povrchu obráběného předmětu, který se má obrábět:

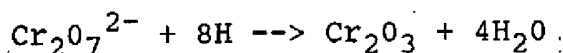


Aktivní vodíkový atom, vytvořený z vody, redukuje povrchové oxidy v souladu s následujícími reakcemi:





a anionty ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) v souladu s:



Volba napětí impulsů opačné polarizace je založena na následujících úvahách. Amplituda napěťových impulsů opačné polarizace by neměla být tak vysoká, aby se elektroda začala rozpouštět, a aby celkový náboj Q_n nevyvolal kritickou alkalizační hodnotu povrchové vrstvy obráběného předmětu, při které může začít pasivační proces. Požadovaná doba trvání tu impulsu opačné polarizace je určena velikostí náboje Q_n , potřebné uvolnit vodík v míře, která je přiměřená pro vyvinutí redukčních reakcí v oxidové vrstvě.

Když se použijí skupiny proudových impulsů normální polarizace, které se střídají s proudovými impulsy opačné polarizace, jak je znázorněno na obr.5, není zpravidla možné měřit napětí U_{min}, když se provádějí zkoušky pro určování hodnot Un1 a Un2. Místo napětí U_{min} je také možné počítat integrál Fp (viz obr.7) napětí U přes mezeru během časového intervalu ti jako alternativní parametr. Rozdíl v po sobě následujících hodnotách tohoto integrálu Fp vykazuje změny znaménka druhu podobného, jako u napětí U_{min}. Je také možné integrovat v subintervalech časového intervalu ti. Měření integrálu Fp je obzvláště užitečné v elektrochemických obráběcích metodách, v nichž se mezi elektrodou a obráběným předmětem nevykonává žádný kmitavý pohyb, jako je tomu například při obráběcím způsobu s konstantní přísuvovou rychlostí Vk obráběného předmětu 2, která je přibližně rovná rychlosti rozpouštění obráběného předmětu 2, takže velikost mezery zůstává v podstatě konstantní.

Další alternativní parametr je integrál Q_n (obr.7) proudu I , který prochází během časových intervalů t_u , t.j. během napětových impulsů opačné polaroty. Tento proud I je znázorněn v křivce III na obr.2. Integrál Q_n představuje velikost náboje, spotřebovaného během napětových impulsů opačné polaroty. Proud I se měří prostřednictvím sériového rezistoru 18 a analogově-číslicového převodníku 30 a integruje se v počítači 28 (obr.6). Jak je patrné z obr.7, integrál Q_n vykazuje maximum při $U_n=U_{n1}$ a minimum při $U_n=U_{n2}$, na rozdíl od parametru U_{min} , který má minimum při $U_n=U_{n1}$ a maximum při $U_n=U_{n2}$. To znamená, že použije-li se integrál Q_n jako parametr, budou změny znaménka během zkoušky směřovány opačně. Blok B10 ve vývojovém diagramu z obr.9 bude potom ověřovat, zda delta Q_n je větší než 0 a blok B13, zda delta Q_n je menší než 0. Měření integrálu proudu, který prochází během napětových impulsů opačné polaroty, je opět parametr, který je vhodný pro elektrochemické obráběcí metody, při nichž se neprovádí žádný oscilační pohyb mezi elektrodou a obráběným předmětem.

Ještě další parametry, které jsou míry chování média v mezeře a chemických procesů v elektrodě a zpracovávaném předmětu jsou odpor přes mezeru a velikost St mezery (obr.7). Odpor může být zjištěn měřením jak napětí U a proud I během časových intervalů t_i proudových impulsů. Jak je patrné z obr.7, velikost St mezery má minimum při $U_n=U_{n1}$, stejně jako U_{on} . Měření velikosti mezery je možné detekovat obracení znaménka.

Výše popsany způsob byl proveden se obráběným předmětem elektrodou, vytvořenými z žíhané oceli. Povrchová plocha obráběného předmětu byla $0,3 \text{ cm}^2$, elektrolyt byl vodný roztok s 8 hmotn.% NaNO_3 . Proudová hustota proudových impulsů

normální polaritu byla 80 A/cm^2 , doba trvání intervalu ti byla 3 ms, tlak elektrolytu byl $0,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Teplota elektrolytu byla 20°C , frekvence kmitání elektrody byla 47 Hz a amplituda kmitů 0,2 mm. Tvar proudových impulsů normální polaritu byl obdélníkový (viz obr.2, křivka III) a tvar napěťových impulsů opačné polaritu byl také obdélníkový (viz obr.2, křivka II).

Velikost St mezery jako funkce času byla ovládána tak, že vzniklo lokální maximum (obr.4) v napětí mezi elektrodou a obráběným předmětem. Během výše popisované zkoušky se napětí Un impulsů opačné polaritu změnilo z napětí rovného polarizačnímu napětí $U_{\text{pol}} = +2,3 \text{ V}$ na napětí $-0,8 \text{ V}$, při kterém se elektroda začala rozpouštět. Hodnota Umin celkového minima se použila jako parametr pro detekci obrácení znaménka. Horní mez Un1 byla zjištěna jako $+0,05 \text{ V}$ a dolní mez Un2 jako $-0,6 \text{ V}$. Po té se pokračovalo obrábění při současném udržování napětí Un ve zjištěných mezích.

Jako alternativa se může elektroda 6 napojit na obráběný předmět 2, načež se velikost mezery seřizuje. Během obrábění se velikost mezery seřizuje pro získání v podstatě konstantní průměrné přísuvové rychlosti Vk, která je v podstatě rovná rychlosti rozpouštění obráběného předmětu 2.

P A T E N T O V Ě N Á R O K Y

1. Způsob elektrochemického obrábění elektricky vodivého obráběného předmětu (2) v elektrolytu zaváděním bipolárních elektrických impulsů mezi obráběným předmětem a elektricky vodivou elektrodou (6), přičemž jeden nebo více proudových impulsů normální polaritý se střídají s napětovými impulsy opačné polaritý, vyznačený tím, že amplituda (U_n) napětových impulsů se seřizuje mezi dvěma předem určenými hodnotami (U_{n1} , U_{n2}) odvozenými z dané kvality povrchu obráběného předmětu (2) a opotřebení elektrody (6), přičemž toto odvozování se provádí pomocí nejméně jedné zkoušky, která předchází obrábění obráběného předmětu.

2. Způsob podle nároku 1 vyznačený tím, že se během zkoušky amplituda (U_n) napětových impulsů postupně zvyšuje z počáteční hodnoty na konečnou hodnotu, a určují se dvě předem určené hodnoty při obrácení znamének v rozdílu mezi po sobě následujícími hodnotami parametru, který je za provozu reprezentativní pro vlastnost mezery (5) mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2).

3. Způsob podle nároku 2 vyznačený tím, že počáteční hodnota amplitudy (U_n) v podstatě odpovídá polarizačnímu napětí (U_{pol}) mezi obráběným předmětem (2) a elektrodou (6) po dokončení proudových impulsů.

4. Způsob podle nároku 2 nebo 3 vyznačený tím, že konečná hodnota amplitudy (U_n) není větší, než amplituda (U_{nmax}), při níž se elektroda začíná rozpouštět v elektrolytu.

5. Způsob podle nároku 2,3 nebo 4 vyznačený tím, že parametr je amplituda (U_{min}) celkového minima v napětí přes

mezeru (5) během proudových impulsů, přičemž celkové minimum vyplývá z kmitavého vzájemného pohybu obráběného předmětu (2) a elektrody (6).

6. Způsob podle nároku 2,3 nebo 4 vyznačený tím, že parametr je integrál (Q_n) proudu přes mezeru (5) během napěťových impulsů.

7. Způsob podle nároku 2,3 nebo 4 vyznačený tím, že parametr je integrál (F_p) napětí přes mezeru (5) během proudových impulsů.

8. Způsob podle nároku 2,3 nebo 4 vyznačený tím, že parametr parametr je odpor přes mezeru (5).

9. Způsob podle nároku 2, 3 nebo 4 vyznačený tím, že parametr je velikost (St) mezery (5).

10. Způsob podle nároku 5 nebo 7 vyznačený tím, že první ze dvou předem určených hodnot se určuje při prvním obrácení znaménka z minus na plus, a druhá z obou předem určených hodnot se určuje při následném obrácení znaménka z plus na minus.

11. Způsob podle nároku 6 vyznačený tím, že první ze dvou předem určených hodnot je hodnota při první změně znaménka z plus na minus a druhá ze dvou předem určených hodnot je hodnota při následující druhé změně znaménka z minus na plus.

12. Způsob podle nároku 9 vyznačený tím, že při zkoušce se postupně zvyšuje amplituda (U_n) napěťových impulsů, měří se velikost (St) mezery mezi obráběným předmětem (2) a elektrodou (6), vypočítá se rozdíl mezi naměřenými

hodnotami pro následující a předchozí hodnotu velikosti mezery, určí se amplituda (U_n) napětových impulsů při změně znaménka v tomto rozdílu, a následně se pokračuje obrábění s takto určenou amplitudou.

13. Způsob podle nároku 5 vyznačený tím, že velikost mezery mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2) se řídí tak, že během proudových impulsů vzniká lokální maximum (U_{3max}) v napětí mezi obráběným předmětem (2) a elektrodou (6).

14. Způsob podle nároku 5 vyznačený tím, že se kmitavý pohyb synchronizuje s přítomností proudových impulsů.

15. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 14 vyznačený tím, že obráběný předmět (2) je z vytvořený oceli obsahující chrom.

16. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 14 vyznačený tím, že elektrolyt je vodný roztok dusičnanů alkalických kovů.

17. Zařízení pro elektrochemické obrábění elektricky vodivého obráběného předmětu (2) v elektrolytu zaváděním bipolárních elektrických impulsů mezi obráběným předmětem (2) a elektricky vodivou elektrodou (6), přičemž jeden nebo více proudových impulsů normální polarity se střídají s napětovými impulsy opačné polarity, vyznačené tím, že zařízení obsahuje elektrodu (6), prostředek (4, 40) pro umístování elektrody (6) a obráběného předmětu (2) ve vzájemném odstupu tak, že se mezi nimi vytváří mezera (5), prostředek (3) pro přivádění elektrolytu do mezery (5) mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2), zdroj (14) proudu, elektricky připojitelný ke zpracovávanému předmětu (2) a elektrodě (6), pro

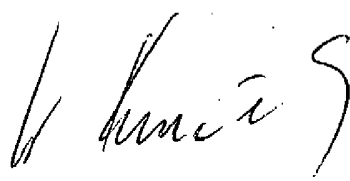
přivádění proudových impulsů na obráběný předmět (2) a elektrodu (6), zdroj (16) napětí se říditelným výstupním napětím, elektricky připojitelný k obráběnému předmětu (2) a elektrodě (6), pro přívod napětových impulsů na obráběný předmět (2) a elektrodu (6), prostředek (20, 24) pro střídavé připojování zdroje (14) proudu a zdroje (16) napětí k obráběnému předmětu (2) a elektrodě (6), prostředek (44, 28) pro generování řídicího signálu (CSU) pro postupné měnění výstupního napětí zdroje (16) napětí, prostředek (26, 28, 30) pro analyzování a ukládání tvarových průběhů napětových a/nebo proudových impulsů mezi obráběným předmětem (2) a elektrodou (6), prostředek (28) pro detekci obrácení znaménka v rozdílu mezi po sobě následujícími hodnotami parametru, odvozenými z tvarového průběhu impulsů proudu nebo napětí, nebo z odporu přes mezeru (5) mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2), a prostředek pro ukládání okamžité hodnoty řídicího signálu zdroje (16) napětí při zjištění obrácení znaménka.

18. Zařízení podle nároku 17 vyznačené tím, že prostředek pro analyzování a ukládání obsahuje analogově-číslicový převodník (26, 30) pro digitalizování tvarového průběhu napětových nebo proudových impulsů.

19. Zařízení podle nároku 17 nebo 18 vyznačené tím, že obsahuje prostředek (8, 10) pro vytváření kmitavého pohybu mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2), a prostředek (22) pro synchronizaci prostředku (20, 24) pro střídavé spojování zdroje (14) proudu a zdroje (16) napětí s kmitavým pohybem.

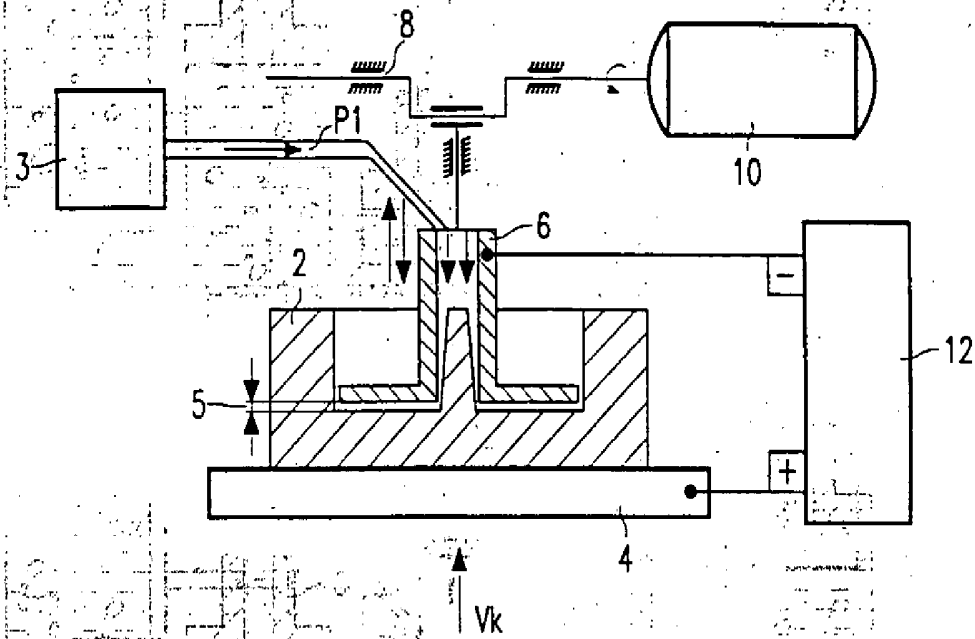
20. Zdroj elektrického výkonu pro použití ve způsobu elektrochemického obrábění elektricky vodivého obráběného předmětu (2) v elektrolytu zaváděním bipolárních elektric-

kých impulsů mezi obráběným předmětem (2) a elektricky vodivou elektrodou (6), přičemž jeden nebo více proudových impulsů normální polaroty se střídají s napěťovými impulsy opačné polaroty, vyznačený tím, že obsahuje zdroj (14) proudu, elektricky připojitelný ke zpracovávanému předmětu (2) a elektrodě (6), pro přívod proudových impulsů na obráběný předmět (2) a elektrodu (6), zdroj (16) napětí s říditelným výstupním napětím, elektricky připojitelný k obráběnému předmětu (2) a elektrodě (6), pro přívod napěťových impulsů na obráběný předmět (2) a elektrodu (6), prostředek (20, 24) pro střídavé připojování zdroje (14) proudu a zdroje (16) napětí k obráběnému předmětu (2) a elektrodě (6), prostředek (44, 28) pro generování řídicího signálu (CSU) pro postupné měnění výstupního napětí zdroje (16) napětí, prostředek (26, 28, 30) pro analyzování a ukládání tvarových průběhů napěťových a/nebo proudových impulsů mezi obráběným předmětem (2) a elektrodou (6), prostředek (28) pro detekci obrácení znaménka v rozdílu mezi po sobě následujícími hodnotami parametru, odvozenými z tvarového průběhu impulsů proudu nebo napětí, nebo z odporu přes mezeru (5) mezi elektrodou (6) a obráběným předmětem (2), a prostředek pro ukládání okamžité hodnoty řídicího signálu zdroje (16) napětí při zjištění obrácení znaménka.

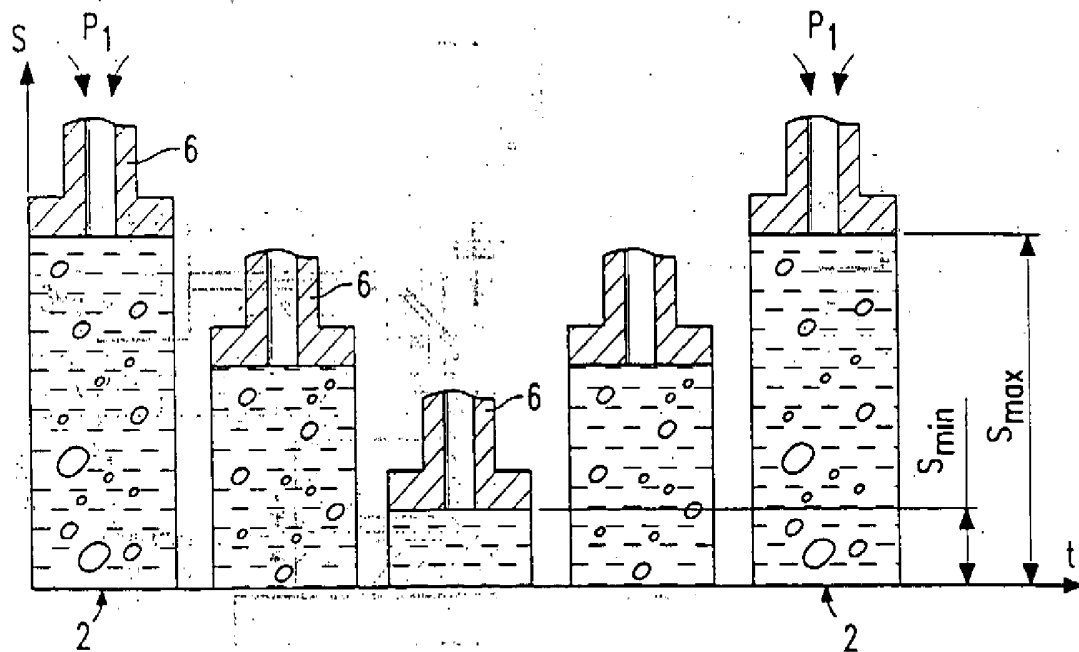

JUDr. Ivan KOREČEK
Advokátní a patentová kancelář
160 00 Praha 6. Na baště sv. Jíří 9
P.O. BOX 275, 160 41 Praha 6
Česká republika

39839

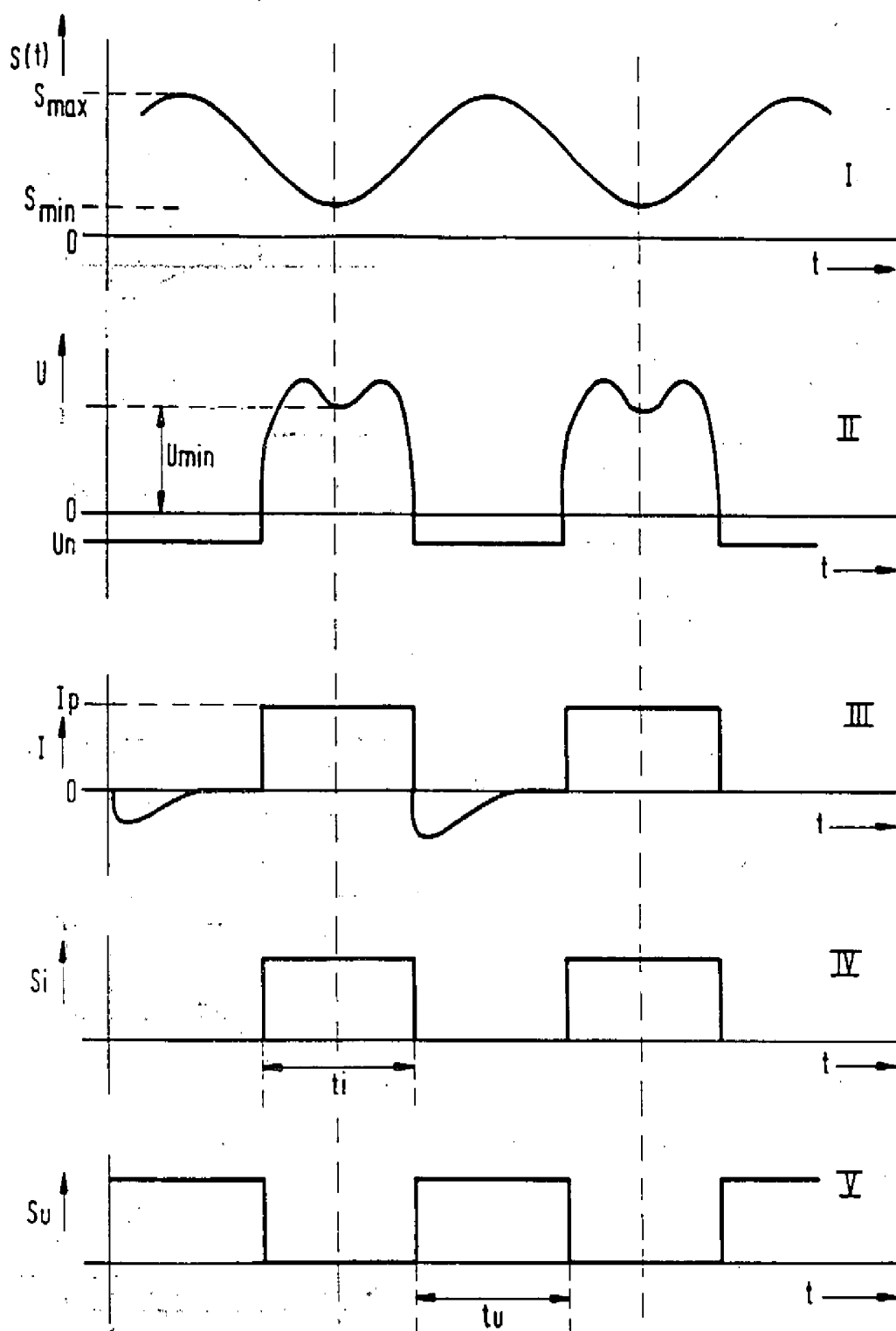
1/6



Obr. 1



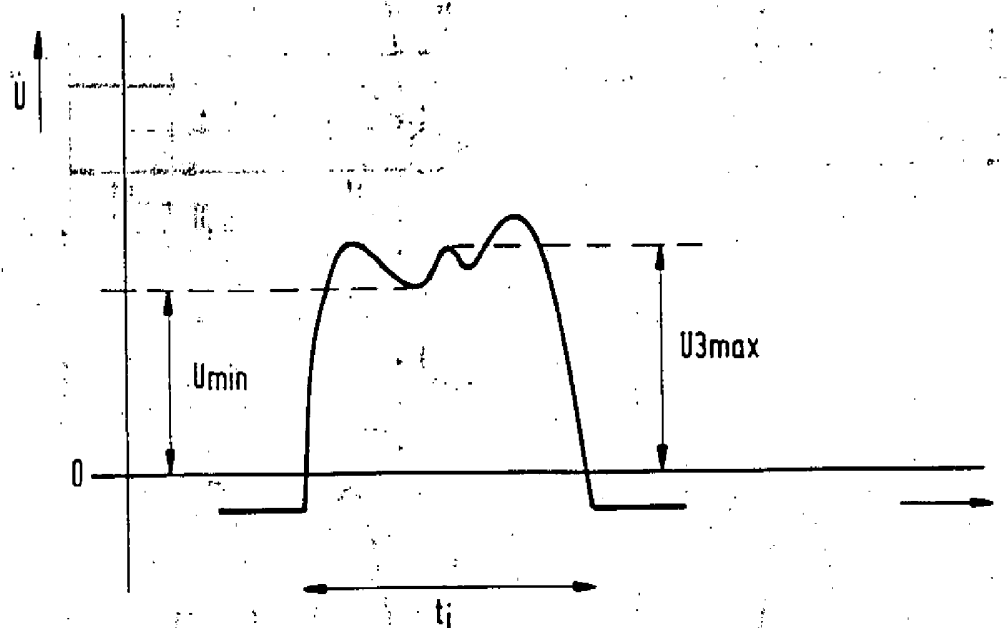
Obr. 3



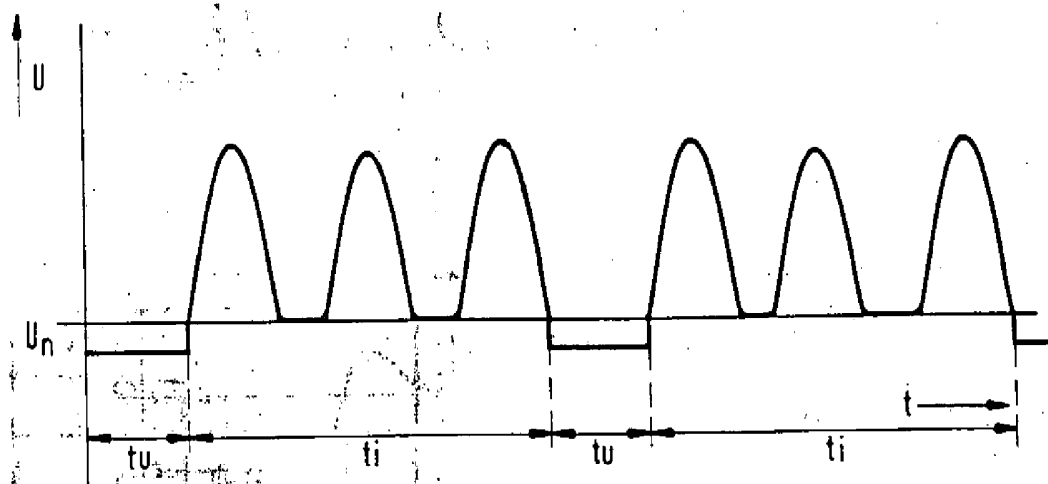
Obr.2

0.7: 39839

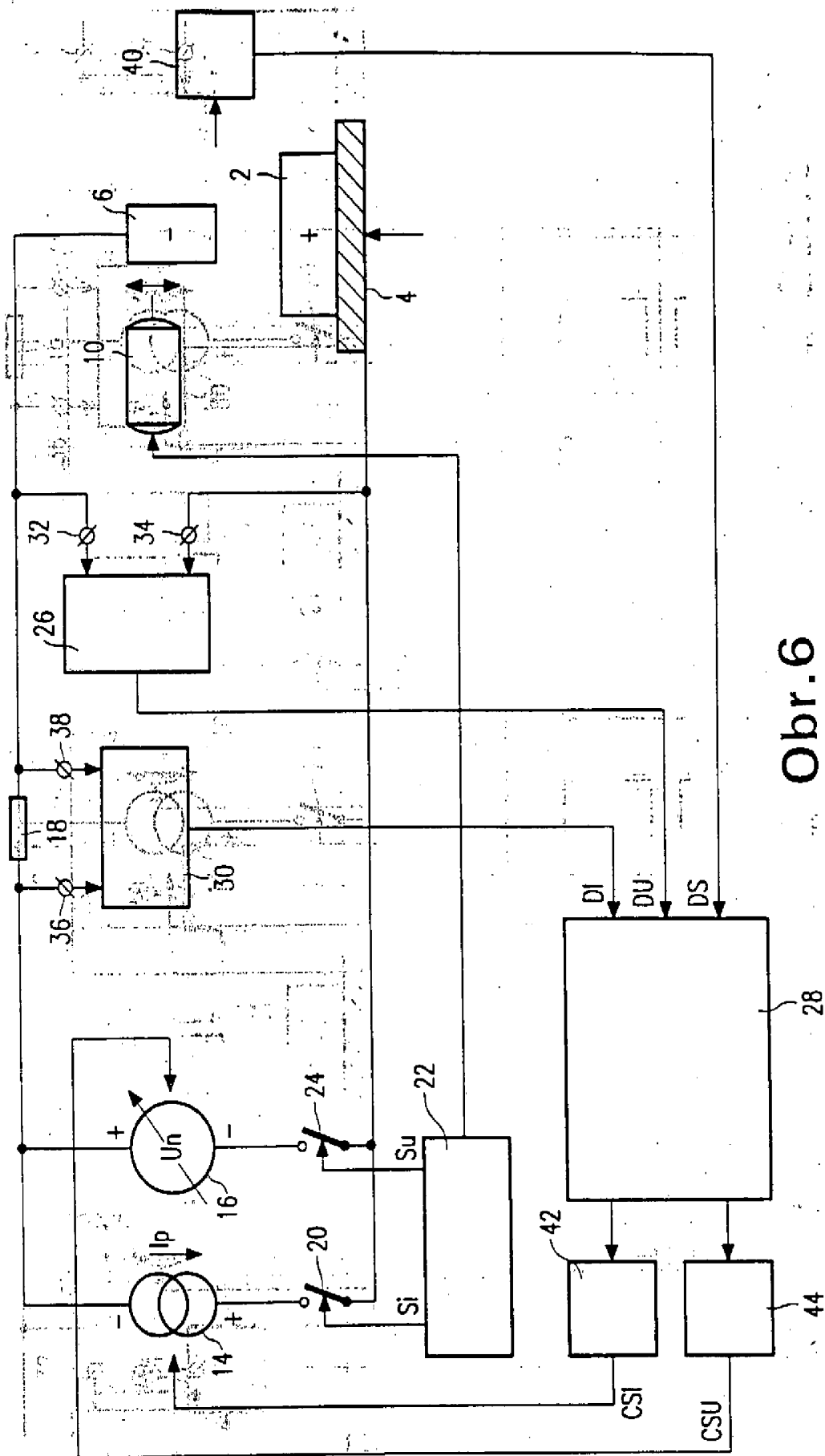
PCD/AB2500561A



Obr.4



Obr.5

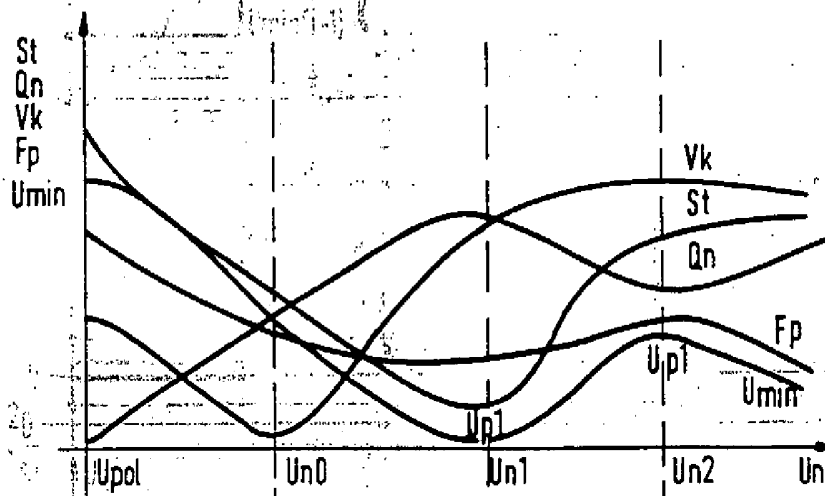


Obr. 6

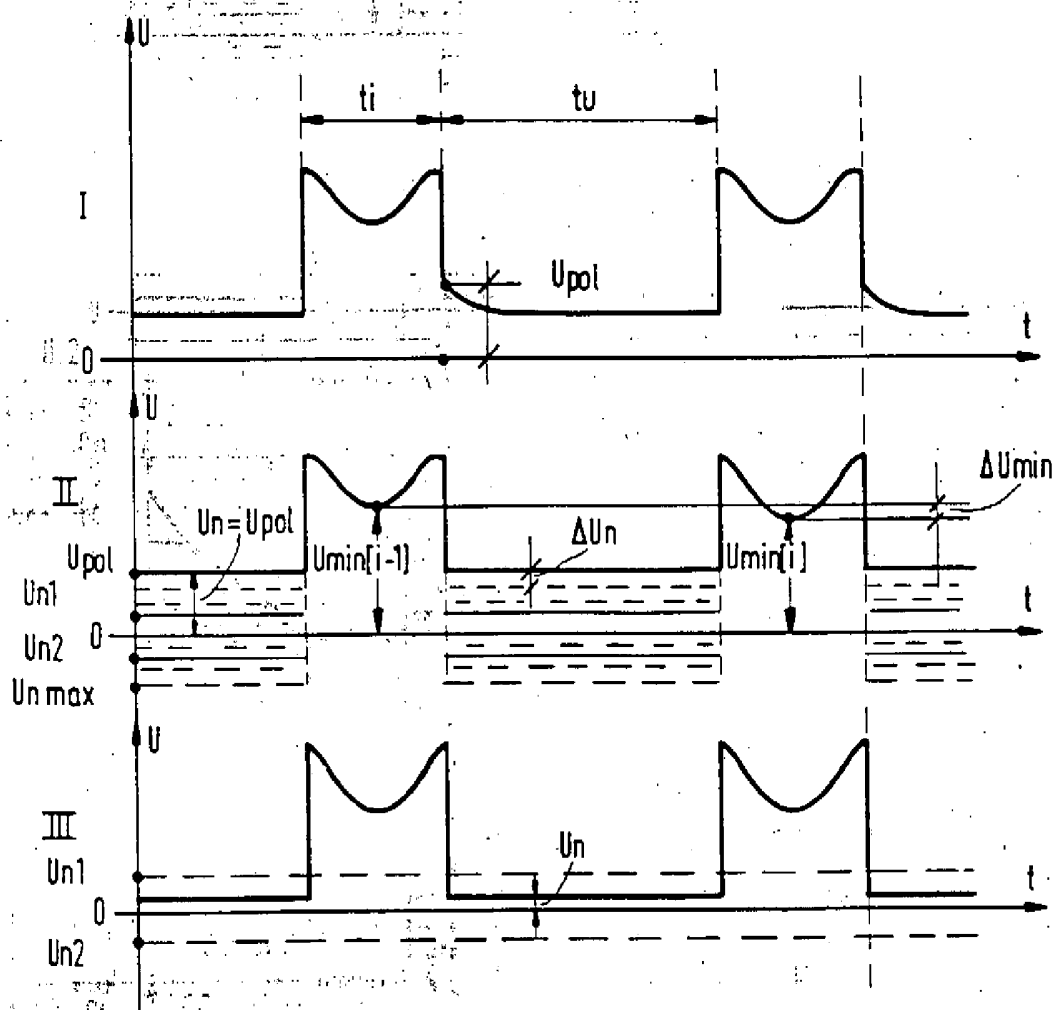
с. 7: 39839

5/6

1-4 T/1866/00661



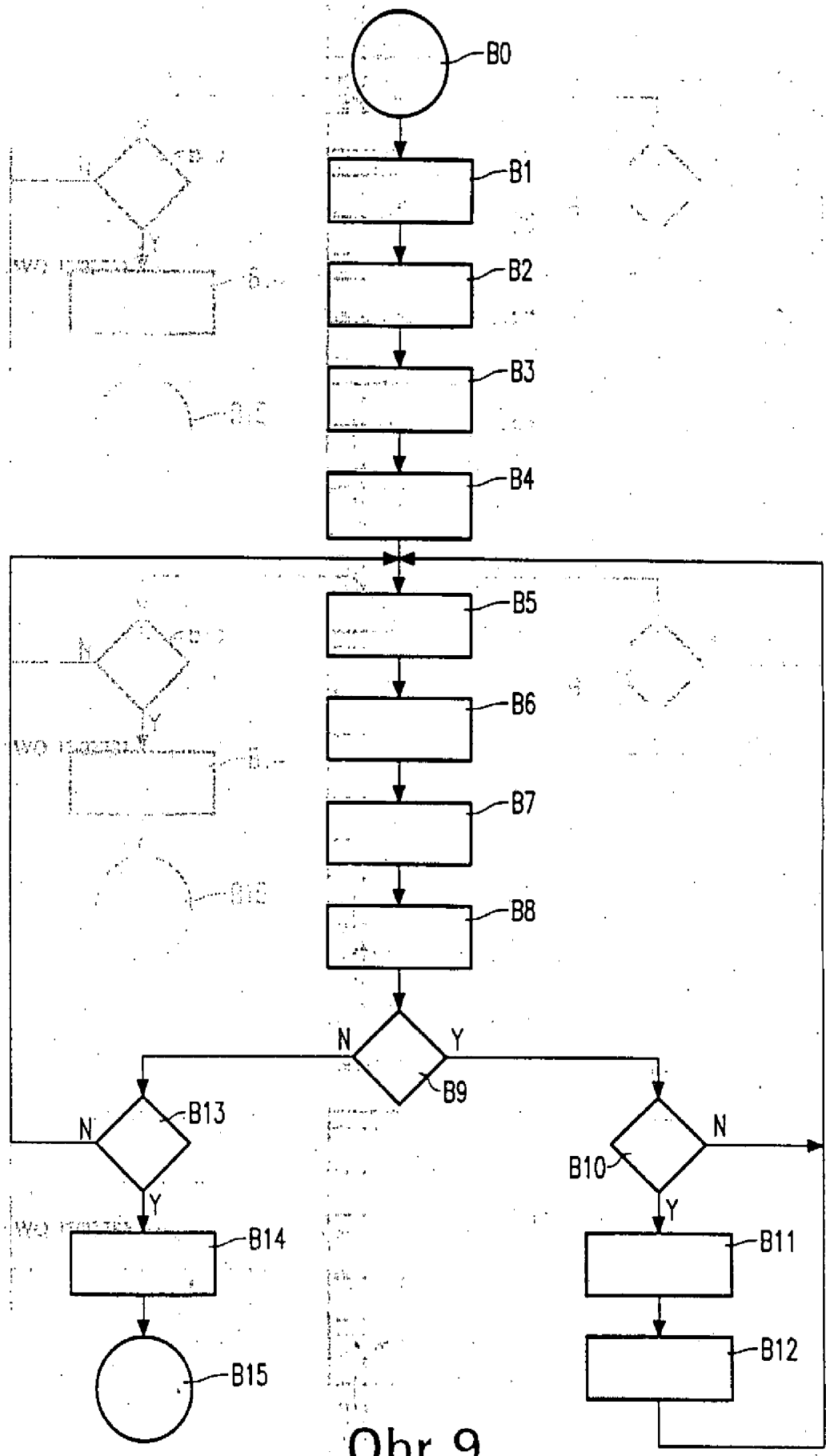
Obr. 7



Obr. 8

e.g. 39839

6/6



Obr.9