



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑮① Gesuchsnummer: 4648/80

⑮② Anmeldungsdatum: 17.06.1980

⑮③ Priorität(en): 10.07.1979 SU 2779554  
29.10.1979 SU 2832930

⑮④ Patent erteilt: 31.01.1985

⑮④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 31.01.1985

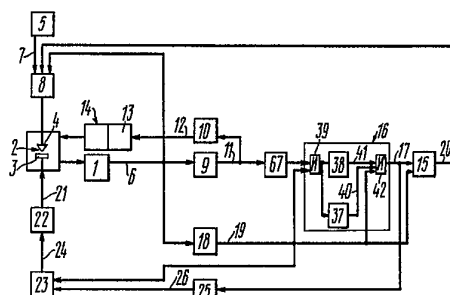
⑮③ Inhaber:  
Experimentalny Nauchno- Issledovatsky  
Institut Metallovezhushikh Stankov, Moskau  
(SU)

⑮③ Erfinder:  
Markshimulevich, Otto, Moskau (SU)  
Nastasy, Viktor Korneevich, Moskau (SU)  
Livshits, Abram Lazarevich, Moskau (SU)

⑮④ Vertreter:  
Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E.  
Sandmeier, Zürich

⑮④ **Einrichtung zur automatischen Steuerung einer elektroerosiven Maschine.**

⑮④ Die Einrichtung zur automatischen Steuerung enthält eine Einheit (1) zur Gewinnung eines dem Widerstand des Erosionsspalt (2) proportionalen Signals und eine Bezugsspannungsquelle (5), die mit dem Vorschubantrieb für die Werkzeugelektrode zusammenwirken. Die Einrichtung hat auch einen Geber (9) für die Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspalt (2), der an den Ausgang (6) der Einheit (1) angeschlossen ist, und eine elektrische Schaltung (10) zur Regelung des Arbeitsflüssigkeitsverbrauches, an deren Eingang der Geber (9) gelegt ist und deren Ausgang (12) mit dem Arbeitsvorgang (13) eines mechanischen Systems (14) zur Regelung des Verbrauches der über Erosionsspalt umlaufenden Arbeitsflüssigkeit verbunden ist.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur automatischen Steuerung einer elektroerosiven Maschine, mit einem Generator für Impulse zur elektroerosiven Werkstückbearbeitung und einem mechanischen System zur Regelung des Verbrauches der über den Erosionsspalt umlaufenden Arbeitsflüssigkeit, mit einer Einheit zur Gewinnung eines dem Widerstand des Erosionsspalt proportionalen Signals und mit einer Bezugsspannungsquelle, deren Spannung proportional dem zur Sicherung der elektroerosiven Bearbeitung benötigten Widerstand des Erosionsspalt ist, welche mit dem Vorschubantrieb für die Werkzeugelektrode derart zusammenwirken, dass bei Abweichung des erhaltenen Signals von der Bezugsspannung ein Vorschub der Werkzeugelektrode stattfindet, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Geber (9) für die Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspalt (2), der an den Ausgang (6) der Einheit (1) zur Gewinnung eines dem Widerstand des Erosionsspalt proportionalen Signals gelegt ist, und eine elektrische Schaltung (10) zur Regelung des Verbrauches der über den Erosionsspalt (2) umlaufenden Arbeitsflüssigkeit besitzt, mit deren Eingang der Geber (9) für die Wechselkomponente des Widerstandes in elektrischer Verbindung steht und deren Ausgang (2) mit dem Arbeitsorgan (13) des mechanischen Systems (14) zur Regelung des Flüssigkeitsverbrauches verbunden ist, so dass ein solcher Flüssigkeitsverbrauch gesichert wird, bei dem der Verschleiß der Werkzeugelektrode (4) minimal ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Geber (9) für die Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspalt (2) einen Reihenkreis eines Differenziergliedes (27), einer Diode (28) und eines Integriergliedes (29) enthält, wobei als Ausgang des Gebers (9) einer der Anschlüsse der Diode (28) dient.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei dieser die elektrische Schaltung (10) zur Regelung des Verbrauches der über den Erosionsspalt (2) umlaufenden Arbeitsflüssigkeit zwei Schwellenwertelemente (30, 31) enthält, deren Eingänge (32, 33) vereinigt und mit dem Ausgang des Gebers (9) für die Wechselkomponente des Widerstandes verbunden sind, während der Ausgang (34) des ersten (30) von diesen mit dem Arbeitsorgan (13) des mechanischen Regelungssystems (14) direkt und der Ausgang (35) des zweiten (31) über einen Inverter (36) verbunden ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, die zur Beschleunigung der Evakuierung der Erosionsprodukte im Leerlaufzustand eine mit dem Vorschubantrieb (8) der Werkzeugelektrode verbundene Einheit (15) zur Übertragung des Signals über die Verstellung der Werkzeugelektrode (4) von dem Werkstück (3) mit einer Geschwindigkeit, die den Arbeitsvorschub übersteigt, hat, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Einheit (16) zur Formierung eines Signals, welches eine solche Zeitdauer für die Rückführung der Werkzeugelektrode (4) vom zu bearbeitenden Werkstück (3) sichert, die der Dauer der vorangehenden Verminderung der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspalt (2) unter dem Sollniveau proportional ist, und dass diese Signalformiereinheit (16) mit ihrem Ausgang (17) an den Eingang der Signalübertragungseinheit (15) angeschlossen ist und eine Schaltung (37) zur Ermittlung der Senkung der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspalt (2) und eine Schaltung (38) zur Speicherung der Zeitdauer dieser Senkung enthält, wobei die Eingänge beider Schaltungen mit dem Ausgang (11) des Gebers (9) für die Wechselkomponente des Widerstandes über ein erstes logisches UND-Glied (39) und die Ausgänge (40, 41) derselben über ein weiteres logisches UND-Glied (42) mit dem Eingang der Einheit (15) zur Übertragung des Signals über die Verstellung der Werkzeugelektrode in Verbindung stehen.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Einheit (18) zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen nach dem Leerlauf hat, deren Eingang mit dem Ausgang (6) der Einheit (1) zur Gewinnung eines dem Widerstand proportionalen Signals und deren Ausgang (19) mit den Eingängen beider logischen UND-Glieder (39, 42) und dem Eingang der Einheit (15) zur Übertragung des Signals über die Verstellung der Werkzeugelektrode (4) verbunden sind.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei dieser die Einheit (18) zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen nach dem Leerlauf als Schwellenwertelement ausgeführt ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einheit (18) zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen ein Flipflop (52) und zwei in Reihe geschaltete logische ODER-NICHT-Glieder (50, 51) enthält, wobei die Eingänge (53, 54) des ersten (50) von diesen jeweils mit dem L-Ausgang (55) des Flipflops (52) und dem Ausgang (6) der Einheit (1) zur Gewinnung eines dem Widerstand proportionalen Signals, der Eingang (56) des zweiten (51) von diesen mit dem Ausgang (21) des Impulsgenerators (22), der Ausgang (57) des zweiten ODER-NICHT-Gliedes (51) mit dem Eingang des Flipflops (52) verbunden sind, während als Ausgang der Einheit (18) zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen der O-Ausgang (59) des Flipflops (52) dient.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Einheit (60) zur Ermittlung des Endes der beschleunigten Rückführung der Werkzeugelektrode (4) enthält, die eingangsseitig mit dem Ausgang (20) der Einheit (15) zur Übertragung des Signals über die Verstellung der Werkzeugelektrode (4) und ausgangsseitig mit dem Eingang (59) des zweiten ODER-NICHT-Gliedes (51) verbunden ist.

9. Einrichtung nach den Ansprüchen 6 und 8 mit einer Einheit (23) zur Regelung der Pause zwischen den Impulspaketen am Ausgang des Impulsgenerators (22), dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung eine Schaltung (25) zur Ermittlung der Summendauer der Werkzeugelektrodenrückführungen, die einen für eine festgelegte Zeitspanne vorbestimmten Wert übersteigt, besitzt, die eingangsseitig mit der Signalformiereinheit (16) und deren Ausgang (26) mit der Einheit (23) zur Regelung der Pause zwischen den Impulspaketen verbunden ist, deren anderer Eingang mit dem Ausgang (19) der Einheit (18) zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen in Verbindung steht.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei dieser die Schaltung (25) zur Ermittlung der Summendauer der Rückführungen der Werkzeugelektrode (4) als Speicherkondensator (64), dessen Entladekreisparameter die festgelegte Zeitspanne bestimmen, ausgeführt ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (38) zur Speicherung der Zeitdauer der Senkung der Wechselkomponente des Widerstandes einen Reihenkreis einer Diode (45), eines Speicherkondensators (46) und eines Schwellenwertelementes (47) enthält.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei dieser die Schaltung (37) zur Ermittlung der Senkung der Wechselkomponente des Widerstandes einen Speicherkondensator (43) darstellt.

13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Einheit (60) zur Ermittlung des Endes der beschleunigten Rückführung der Werkzeugelektrode (4) als Differenzierglied (62, 63) ausgeführt ist.

55

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur automatischen Steuerung einer elektroerosiven Maschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Erfindung kann zur Herstellung von räumlich formschwierigen Teilen, Pressformen, Gesenken und anderen ähnlichen Erzeugnissen verwendet werden.

Es ist eine Einrichtung zur Regelung des Vorschubs der Werkzeugelektrode in elektroerosiven Maschinen bekannt, die eine Regelung aufgrund der mittleren Spannung des Generators für Impulse zur elektroerosiven Bearbeitung sichert.

Bei solchen Einrichtungen ist eine Handeinstellung des Vorschubs der Werkzeugelektrode erforderlich, die je nach den Bearbei-

tungsbedingungen und den Parametern der Impulse am Ausgang des Impulsgenerators vorgenommen wird.

Bekannt sind Einrichtungen zur automatischen Steuerung des Vorschubs der Werkzeugelektrode, bei welchen eine Programmumschaltung des Vorschubs verwendet ist.

Jedoch berücksichtigt das benutzte Programm die Änderung der Bearbeitungsbedingungen nicht, was zu einer Verschlechterung der Herstellungsgenauigkeit der Werkstücke und zu einer Senkung der Arbeitsproduktivität führt.

Bekannt ist eine Einrichtung zur automatischen Steuerung des Vorschubs der Werkzeugelektrode, bei der der Vorschub durch die Impulse eines Generators gesteuert wird, so dass die Anzahl von Leerlauf und Kurzschlussimpulsen zu einem Minimum (s. Livshitz und andere, «Metallbearbeitung im Elektroimpulsverfahren», Moskau, «Mashinostroenie», 1967, S. 175) gebracht wird.

Jedoch ist es bei Änderung der Impulsfrequenz nicht möglich, einen minimalen Verschleiss der Werkzeugelektrode zu gewährleisten, und wird vielmehr die Umstellung der Einrichtung benötigt.

Bekannt ist eine Einrichtung zur automatischen Steuerung einer elektroerosiven Maschine, die mit einem Generator für Impulse zur elektroerosiven Bearbeitung und einem mechanischen System zur Regelung des Verbrauches einer Arbeitsflüssigkeit über den Erosionsspalt versehen ist. Diese Einrichtung enthält eine Einheit zur Ermittlung des dem Widerstand des Erosionsspaltes proportionalen Signals und eine Normalspannungsquelle, deren Spannung proportional dem zur Sicherung der elektroerosiven Bearbeitung benötigten Widerstand des Elektrodenabstandes ist. Die Ausgangssignale von der Signalermittlungseinheit und der Normalspannungsquelle werden verglichen und nach dem Ergebnis des Vergleichs wird ein Signal formiert, das den Vorschubantrieb der Werkzeugelektrode steuert.

Somit erfolgt die automatische Korrektur der Einstellung des Reglers des Werkzeugelektrodenvorschubs in Abhängigkeit von dem Wert des Widerstandes des Erosionsspaltes in der Pause zwischen den vom Impulsgenerator erzeugten Impulsen.

Der Widerstandswert wird mit Hilfe einer über eine Diode und einen Widerstand an die Elektroden gegensinnig zum Impulsgenerator angeschlossenen Gleichspannungsquelle gemessen.

Jedoch ist der Vorgang der elektroerosiven Bearbeitung nicht vollständig automatisiert, weil es beim Wechsel des Bearbeitungsregimes unter Zuhilfenahme der genannten Korrektur nicht immer gelingt, die Bearbeitung mit maximaler Leistung und minimalem Verschleiss der Werkzeugelektrode durchzuführen. Dies ist dadurch bedingt, dass der Absolutwert des optimalen Widerstandes in der Pause zwischen den Impulsen bei Änderung der Dauer dieser Pause, der Bearbeitungsfläche und -tiefe und des Arbeitsflüssigkeitsverbrauchs schwankt.

Darüber hinaus muss man während der Fertigung eines Werkstücks von Hand den Arbeitsflüssigkeitsverbrauch durch Einwirkung auf das mechanische System zur Regelung des Arbeitsflüssigkeitsverbrauchs ändern. Jedoch kann bei Änderung der Bearbeitungsbedingungen (der Fläche und Tiefe) in weiten Grenzen die erwähnte manuelle Regelung keine effektive Evakuierung der Erosionsprodukte gewährleisten, deswegen verwendet man eine kurzzeitige beschleunigte Rückführung und eine nachfolgende Zuführung der Werkstückelektrode mittels einer Einheit zur Übermittlung eines Signals über die Verstellung der Werkzeugelektrode, um den Erosionsspalt effektiv zu reinigen.

Wenn zur effektiven Evakuierung der Erosionsprodukte häufige beschleunigte Rückführungen der Werkzeugelektrode erforderlich sind, trifft man Massnahmen zur Verminderung des Entladestromes, die durch Festsetzen einer Pause zwischen den Impulspaketen mittels einer Pausenregelheit erzielt wird.

Bei der erwähnten Regelung ist es dem Bedienungsmann schwierig, ein einer hohen Arbeitsfähigkeit und einem geringen Werkzeugelektrodenverschleiss entsprechendes Arbeitsregime einzuhalten, deshalb werden eine Senkung der Produktivität und eine Zunahme

des Werkzeugelektrodenverschleisses beobachtet und folglich die Gewinnung eines Teils mit vorgegebener Genauigkeit erschwert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur automatischen Steuerung von elektroerosiven Maschinen zu schaffen, bei der durch Verbesserung der Bedingungen für die Evakuierung der Erosionsprodukte aus dem Erosionsspalt ein stabiler Bearbeitungsvorgang erreicht, die Produktivität erhöht und der Verschleiss der Werkzeugelektrode vermindert wird, was auch zu einer Erhöhung der Bearbeitungsgenauigkeit führt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

In den abhängigen Ansprüchen werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beansprucht.

Bei einer Ausführungsform nach Anspruch 6 kann der Eingang der Einheit zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen mit dem Ausgang der Einheit zur Gewinnung eines dem Widerstand proportionalen Signals und der Ausgang mit den Eingängen beider logischen UND-Glieder und dem Eingang der Einheit zur Übertragung des Signals über die Verstellung der Werkzeugelektrode verbunden sein, wobei diese Einheit als das Schwellenwertelement ausgeführt sein kann.

Die vorgeschlagene Lösung ermöglicht es, den Vorschub der Werkzeugelektrode, den Arbeitsflüssigkeitsverbrauch, den elektrischen Betrieb automatisch zu steuern d.h. den Bearbeitungsvorgang mit hoher Leistung und minimalem Verschleiss der Werkzeugelektrode zu automatisieren.

Nachstehend soll die Erfindung durch die Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 — das Strukturschema einer Einrichtung zur automatischen Steuerung einer elektroerosiven Maschine gemäss der Erfindung;

Fig. 2 — einen Geber für die Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes, gemäss der Erfindung;

Fig. 3 — eine elektrische Schaltung zur Regelung des Arbeitsflüssigkeitsverbrauches, gemäss der Erfindung;

Fig. 4 — eine Schaltung zur Ermittlung des Abfalls der Widerstandswechselkomponente, gemäss der Erfindung;

Fig. 5 — eine Schaltung zur Speicherung der Abfalldauer der Widerstandswechselkomponente, gemäss der Erfindung;

Fig. 6 — eine Einheit zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen, gemäss der Erfindung;

Fig. 7 — eine Schaltung zur Ermittlung der Summendauer der Werkzeugelektrodenrückführungen, gemäss der Erfindung.

Die Einrichtung zur automatischen Steuerung einer elektroerosiven Maschine enthält eine Einheit 1 (Fig. 1) zur Gewinnung eines dem Widerstand des durch das Werkstück 3 und die Werkzeugelektrode 4 gebildeten Erosionsspaltes 2 proportionalen Signals und eine Bezugsspannungsquelle 5, deren Spannung dem zur Sicherung des Erosionsablaufes erforderlichen Widerstand des Erosionsspaltes 2 proportional ist. Die Ausgänge 6 und 7 der Einheit 1 und der Quelle 5 sind jeweils mit dem Antrieb 8 für den Vorschub der Werkzeugelektrode 4 verbunden. Die Einrichtung hat auch einen an den Ausgang 6 der Einheit 1 angeschlossenen Geber 9 für die Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes 2 und eine elektrische Schaltung 10 zur Regelung des Verbrauches der über den Erosionsspalt 2 umlaufenden Arbeitsflüssigkeit. Der Ausgang 11 des Gebers 9 ist an den Eingang der elektrischen Schaltung 10 gelegt, deren Ausgang 12 seinerseits mit dem Arbeitsorgan 13 des mechanischen Systems 14 zur Regelung des Arbeitsflüssigkeitsverbrauchs in Verbindung steht.

Zur Beschleunigung der Evakuierung der Erosionsprodukte im Leerlaufzustand hat die Einrichtung eine Einheit 15 zur Übertragung eines Signals über die Verstellung der Werkzeugelektrode 4 von dem Werkstück 3 mit einer den Arbeitsvorschub übersteigenden Geschwindigkeit und eine Einheit 16 zur Formierung eines Signals, das eine solche Rückfuhrdauer der Werkzeugelektrode 4 sichert, die der Dauer der vorangehenden Verminderung der Wechselstrom-

komponente des Widerstandes des Erosionsspaltes 2 proportional ist. Der Ausgang 17 der Einheit 16 ist mit dem Eingang der Einheit 15 verbunden, während ihr Eingang an den Ausgang 11 des Gebers für die Widerstandswechselkomponente gelegt ist.

Darüber hinaus enthält die Einheit 18 zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen nach dem Leerlauf, deren Eingang mit dem Ausgang 6 der Einheit 1 und deren Ausgang 19 mit der Einheit 16 und dem Eingang der Einheit 15 in Verbindung stehen. Mit dem Ausgang 20 der letzteren ist der Antrieb 8 für den Vorschub der Werkzeugelektrode 4 verbunden.

Für den Fall, wo eine Regelung der Pause zwischen den Impulspaketen am Ausgang 21 des für die elektroerosive Bearbeitung vorgesehenen Impulsgenerators 22 mit Hilfe einer mit ihrem Ausgang 24 an den Impulsgenerator 22 angeschlossenen Einheit 23 vorgenommen wird, hat die Einrichtung eine Schaltung 25 zur Ermittlung der Summendauer der Rückführungen der Werkzeugelektrode 4, die einen für eine festgelegte Zeitspanne bestimmten Wert übersteigt. Die Schaltung 25 ist eingangsseitig mit dem Ausgang 17 der Signalformiereinheit 16 und ihr Ausgang 26 mit einem der Eingänge der Einheit 23, deren anderer Eingang mit dem Ausgang 19 der Einheit 18 zur Fixierung des Beginns der Arbeitsimpulsentladungen in Verbindung steht, verbunden.

Der Geber 9 (Fig. 2) für die Widerstandswechselkomponente enthält eine Reihenschaltung eines Differenziergliedes (Kondensator 27), einer Diode und eines Integriergliedes (Kondensator 29).

Die elektrische Schaltung 10 (Fig. 3) zur Regelung des Arbeitsflüssigkeitsverbrauches enthält zwei Schwellenwertelemente 30 und 31, deren Eingänge 32 und 33 vereinigt und an den Ausgang 11 des Gebers 9 (Fig. 1) gelegt sind. Der Ausgang 34 (Fig. 3) des Elementes 30 ist mit dem Arbeitsorgan 13 des Systems 14 (Fig. 1) direkt und der Ausgang 35 (Fig. 3) des Elementes 31 über einen Inverter 36 verbunden.

Gemäss der Erfindung enthält die Signalformiereinheit 16 eine Schaltung 37 (Fig. 1) zur Ermittlung der Senkung der Widerstandswechselkomponente des Erosionsspaltes 2 und eine Schaltung 38 zur Speicherung der Dauer dieser Senkung. Die Eingänge der Schaltungen 37 und 38 sind an den Ausgang 11 des Gebers 9 über ein logisches UND-Glied 39 und deren Ausgänge 40 und 41 jeweils über ein logisches UND-Glied 42 an den Eingang der Einheit 15 gelegt.

Die Schaltung 37 (Fig. 4) enthält einen Speicherkondensator 43, dessen Lade- und Entladekreis der Kondensator 44 bildet.

Die Schaltung enthält einen Reihenkreis einer Diode 45, eines Speicherkondensators 46 und eines Schwellenwertelementes 47. Als Lade- und Entladekreis für den Kondensator 46 dient der Widerstand 48 am Ausgang der Diode 45 und der Widerstand 49 am Eingang des Schwellenwertelementes 47.

Die Einheit 18 (Fig. 1) zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen nach dem Leerlauf kann als Schwellenwertelement ausgeführt sein, dessen Ausgang 19 mit den Eingängen der logischen Glieder 39 und 42 (Fig. 3) und dem Eingang der Einheit 15 in Verbindung steht.

Die Einheit 18 zur Fixierung des Beginns der Arbeitsentladungen kann so, wie in Fig. 6 dargestellt, ausgeführt sein, demgemäss sie zwei in Reihe geschaltete logische ODER-NICHT-Glieder 50 und 51 und ein Flipflop 52 enthält. Die Eingänge 53, 54 des Gliedes 50 sind jeweils mit dem L-Ausgang 55 des Flipflops 52 und dem Ausgang der Einheit 1 verbunden, während der Eingang 56 des Gliedes 51 mit dem Ausgang 21 des Impulsgenerators 22 (Fig. 1) verbunden werden kann. Der Ausgang 57 des Gliedes 51 ist mit dem Eingang des Flipflops 52, dessen O-Ausgang 58 als Ausgang der gesamten Einheit 18 dient, verbunden.

An den Eingang des logischen ODER-NICHT-Gliedes 51 ist eine Einheit 60 zur Ermittlung des Endes der beschleunigten Rückführung der Werkzeugelektrode angeschlossen; ihr Eingang 61 ist mit dem Ausgang der Einheit 15 verbunden. Die Einheit 60 ist als Differenzierglied, bestehend aus Kondensator 62 und Widerstand 63, ausgeführt.

Fig. 7 zeigt die Schaltung 25 zur Ermittlung der Summendauer

der Rückführungen der Werkzeugelektrode, die in Form eines Speicherkondensators 64 mit einem Lade- und Entladekreis aus den Widerständen 65 und 66, deren Parameter die eingestellte Zeitspanne bestimmen, ausgeführt ist.

Die oben erwähnten Schwellenwertelemente, die logischen UND-Elemente, ODER-NICHT-Elemente und die anderen Schaltungen können auf der Basis von integrierten Mikroschaltungen und Transistoren ausgeführt sein.

Die Einrichtung zur automatischen Steuerung einer elektroerosiven Maschine funktioniert wie folgt.

Bei dem Einschalten des Impulsgenerators 22 und Ausbleiben von Entladungen in dem Erosionsspalt 2 ist das Signal am Ausgang 6 der Einheit 1 maximal, da der Widerstand des Erosionsspaltes 2 maximal ist. Am Ausgang 11 des Gebers 9 liegt kein Signal an, da die Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes 2 gleich Null ist. Hierbei erscheint wegen des Ausbleibens der Arbeitsentladungen am Ausgang 19 der Einheit ein Signal, das auf den Eingang der Einheit 15 und von ihrem Ausgang 20 auf den Vorschubantrieb 8 der Werkzeugelektrode 4 gegeben wird. Der Antrieb sichert eine beschleunigte Zustellung der Werkzeugelektrode 4. Beim Auftreten von Entladungen in dem Erosionsspalt 2 nimmt die Spannung am Ausgang 6 der Einheit ab und das Signal am Ausgang 19 der Einheit 18 verschwindet. Das Signal am Ausgang 19 der Einheit 18 erscheint unter folgenden Umständen. Beim Einschalten des Generators 22 trifft am Eingang 56 des Gliedes 51 kurzzeitig ein O-Signal ein, das Flipflop kippt in den Ausgangszustand und an seinem Ausgang 58 erscheint ein Signal, das auf den Eingang der Einheit 15 gegeben wird. Danach liegen an den Eingängen 53 und 54 des Gliedes 50 L-Signale an. Beim Auftreten von Entladungen in dem Erosionsspalt 2 nimmt die Spannung am Ausgang 6 der Einheit 1 ab und das Signal am Ausgang 19 der Einheit 18 verschwindet.

Dies geschieht wegen des Kippens des Flipflops 52 der Einheit 18 bei Abnahme der Spannung am Ausgang 6 der Einheit 1 und am Eingang 54 des Gliedes 50 beim Auftreten der Entladungen. Hierbei verschwindet das Signal am Ausgang 20 der Einheit 15 und die beschleunigte Zustellung der Werkzeugelektrode 4 hört auf.

Beim Kippen des Flipflops 52 entsteht am Eingang 53 des logischen Gliedes 50 ein Nullpotential und der Durchgang des Signals zum Flipflop 52 über den Eingang 54 wird gesperrt. Dies ist dazu erforderlich, damit zufällige Signale vom Ausgang 6 der Einheit 1, bedingt durch ein zufälliges Entstehen und Aufhören der Entladungen, nicht zum Einschalten der beschleunigten Zustellung der Werkzeugelektrode 4 führen.

Bei Beginn der Entladung in dem Erosionsspalt 2 wird das Signal vom Ausgang 6 der Einheit 1 mit der Spannung der Bezugsspannungsquelle verglichen und beim Vorliegen einer Differenz zwischen diesen erscheint am Antrieb 8 ein Signal, das den Vorschub der Werkzeugelektrode 4 sichert. Somit wird die durch die Quelle 5 vorgegebene Spannung, die dem zur Sicherung des Erosionsablaufes nötigen Widerstand des Erosionsspaltes proportional ist, aufrechterhalten. Die dabei bestehende Wechselkomponente des Widerstandes kennzeichnet den Zustand des Erosionsspaltes 2. So wird bei einem grossen Verbrauch der Arbeitsflüssigkeit die Amplitude der Wechselkomponente maximal sein.

Die Wechselkomponente wird im Geber 9 mittels des Kondensators 27 abgetrennt und gelangt dann über die Diode 28 zu dem als Kondensator 29 ausgeführten Integrierglied. Der maximalen Amplitude der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes 2 entspricht die maximale Spannung am Kondensator 29.

In diesem Falle wird mit Hilfe der Schaltung 10 über deren Schwellenwertelement 31 und den Inverter 36 ein Signal auf den Eingang der mechanischen Regelsystems 14 zur Verminderung des Verbrauches des über den Erosionsspalt 2 umlaufenden Flüssigkeit gegeben.

Die Verminderung hält so lange an, bis das Signal am Ausgang 35 des Schwellenwertelementes 31 verschwunden ist.

Im Ablauf der elektroerosiven Bearbeitung wird die Werkzeug-

elektrode 4 in das Werkstück 3 vertieft und der Verbrauch der über den Erosionsspalt 2 umlaufenden Arbeitsflüssigkeit vermindert. In diesem Falle nimmt die Amplitude der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes 2 ab, so dass die Spannung am Ausgang 11 des Gebers 9 abnimmt, was zur Bildung eines Signals am Ausgang 34 des Schwellenwertelementes 30 führt, welches dem Eingang des mechanischen Systems 14 zur Verminderung des Verbrauches der über den Erosionsspalt 2 umlaufenden Flüssigkeit zugeführt wird.

Auf diese Art wird ein für die jeweiligen Bearbeitungsbedingungen optimaler Verbrauch der Arbeitsflüssigkeit aufrechterhalten.

Im Falle, wenn bei der Vertiefung der Werkzeugelektrode 4 und der erwähnten Regelung des Arbeitsflüssigkeitsverbrauches die Wechselkomponente am Ausgang 11 des Gebers 9 weiter abfällt, erscheint am Ausgang des Schwellenwertelementes 67 ein Signal.

Hierbei wird das Signal vom Ausgang des UND-Gliedes 39 der Einheit 16 auf den Eingang der Schaltung 38 gegeben. Die Spannung am Kondensator 46 der Schaltung 38 steigt entsprechend der Dauer des erwähnten Abfalls der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes an, hierbei ermittelt die Schaltung 37 durch Aufladen des Kondensators 43 den erwähnten Abfall der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes und vom Ausgang 40 der Schaltung 37 wird ein Signal auf den Eingang des UND-Gliedes 42, welches den Durchgang des Signals vom Ausgang 41 der Schaltung 38 verbietet, gegeben. Am Ausgang 41 der Schaltung 38 entsteht ein Signal nur dann, wenn die Spannung am Kondensator 46 den Ansprechschwellenwert des Gliedes 47 erreicht hat, d.h. wenn die Abfalldauer der Wechselkomponente des Erosionsspaltes 2 die vorgegebene Dauer überschritten hat. Dies ist dazu erforderlich, damit zufällige Abfälle der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes 2 nicht zur Änderung des Zustandes der Einrichtung führen.

Ferner sind zwei Arbeitszustände der Schaltung möglich.

Steigt die Spannung am Ausgang 11 des Gebers 9 an, so hört die Aufladung der Kondensatoren 46 und 43 auf. Hierbei verschwindet das vom Ausgang 40 der Schaltung 37 am Eingang des UND-Gliedes 42 der Einheit 16 eintreffende Verbotssignal, während an ihrem ersten Eingang vom Ausgang 41 der Schaltung 38 das Signal so lange erhalten bleibt, bis eine Entladung des Kondensators 46 stattgefunden hat.

Deshalb erscheint am Ausgang 17 der Einheit 16 ein Signal, das zum Vorschubantrieb 8 der Werkzeugelektrode 4 gelangt und eine beschleunigte Rückführung der Werkzeugelektrode 4 sichert. In dieser Zeitspanne findet eine intensive Reinigung des Erosionsspaltes 2 von den Erosionsprodukten statt, so dass der Widerstand des Erosionsspaltes 2 zunimmt.

Nach der Entladung des Kondensators 46 hört die beschleunigte Zustellung der Werkzeugelektrode 4 auf. Hierbei führt das Signal vom Ausgang 19 der Einheit 18 zu einer beschleunigten Zustellung der Werkzeugelektrode 4 durch ihren Vorschubantrieb 8 und dann zu einem weiteren Vorschub während der Bearbeitung.

Das Signal am Ausgang 19 der Einheit 18, das eine beschleunigte Zustellung der Werkzeugelektrode 4 sichert, entsteht deshalb, weil beim Aufhören des Signals vom Ausgang 17 der Einheit 16 zum Eingang 59 des Gliedes 51 vom Ausgang der Einheit 60 ein O-Signal gelangt, das ungeachtet der Sperrung des Eingangs 53 das Flip-flop 52 in den Ausgangszustand kippt; am Ausgang 58 des Flip-flops 52 erscheint ein Signal für die beschleunigte Zustellung, während am Eingang 53 des Gliedes 50 ein L-Signal erscheint, das den Durchgang des Signals über den Eingang gestattet.

Beim Auftreten der Entladungen setzt die beschleunigte Zustellung, wie vorstehend beschrieben, aus.

Auf diese Art und Weise wird eine Zustellungsdauer gesichert, die der vorangehenden Senkung der Wechselkomponente des Widerstandes des Erosionsspaltes unter dem eingestellten Niveau proportional ist.

Übersteigt die Dauer der Senkung der Widerstandswechselkomponente die Zeit der vollen Aufladung des Kondensators 46, so verschwindet nach der Aufladung des Kondensators 43 das vom Ausgang 40 der Schaltung 37 auf den Eingang des UND-Gliedes 42 gegebene Verbotssignal und am Ausgang der Einheit 16 erscheint ein Signal, das die beschleunigte Zurückführung der Werkzeugelektrode 4 sichert.

Die Zeit der vollen Aufladung des Kondensators 46, 43 wird etwa gleich 3...5 a gewählt und beim Erreichen der eingestellten Grenzdauer der Senkung der Widerstandswechselkomponente wird eine beschleunigte Rückführung der Werkzeugelektrode 4 im Laufe der Aufladezeit des Kondensators 46 der Schaltung 38 proportionalen Zeit bewirkt.

Bei jedem Auftreten eines Signals am Ausgang 17 der Einheit 16, das eine beschleunigte Rückführung der Werkzeugelektrode sichert, gelangt dieses Signal zum Eingang der Schaltung 25. Entsprechend der Dauer der Signale findet am Eingang der Schaltung 25 eine Aufladung des Kondensators 64 statt. Neben der Aufladung des Kondensators 64 durch das Signal am Eingang der Schaltung 25 findet eine Entladung desselben über den Widerstand 66 statt.

Falls die Summendauer des Signals am Eingang der Schaltung 25 dermassen gross ist, dass der Kondensator 64 aufgeladen wird, ungeachtet seiner Entladung beim Ausbleiben des Signals am Eingang der Schaltung 25, so gibt die Einheit 23 ein Signal auf den Impulsgenerator 22 und an seinem Ausgang 21 stellt sich eine maximale Pause zwischen den Impulspaketen ein.

Nach Beendigung der beschleunigten Rückführung und der darauffolgenden Zustellung wird von dem Ausgang 19 der Einheit 18 ein Signal auf den anderen Eingang der Einheit 23 gegeben, das dem Auftreten der Arbeitsentladungen entspricht, und die Einheit 23 erzeugt Signale für die konsequente Verminderung und Ausschliessung der Pausen zwischen den Impulspaketen am Ausgang 21 des Impulsgenerators.

Tritt am Ausgang 26 der Schaltung 25 wiederholt ein Signal auf, nachdem die Pause zwischen den Impulspaketen abgenommen hat, aber nicht verschwunden ist, so hört deren Verminderung durch die Einheit 23 auf und setzt nach dem Beginn der Arbeitsentladungen wieder ein, was durch ein Signal am Ausgang 19 der Einheit 18 fixiert wird.

Die Aufladezeit des Kondensators 64 der Schaltung 25 wird im Bereich von 3 bis 8 s und die Entladezeit desselben im Bereich von 5 bis 10 s gewählt.

Die Verminderungszeit der Pause von dem maximalen Wert bis zur Ausschliessung derselben wird im Bereich von 15 bis 30 s gewählt.

Somit wird mit der Erschwerung der Evakuierung infolge der Vertiefung der Werkzeugelektrode 4 bzw. einer Änderung der sonstigen Bearbeitungsbedingungen eine Regelung des Arbeitsflüssigkeitsverbrauches, eine Relaxion der Werkzeugelektrode, eine Senkung des Ladestromes durch Einführen von Pausen zwischen den Impulspaketen eingeführt, wodurch es möglich ist, den Widerstand des Erosionsspaltes 2 in dem vorgegebenen Grenzen innerhalb einer kurzen Zeit einzuhalten, was einer höchsten Produktivität entspricht.

Hierbei sichert das Arbeitsflüssigkeitsverbrauchsregime einen minimalen Verschleiss der Werkzeugelektrode und eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit.

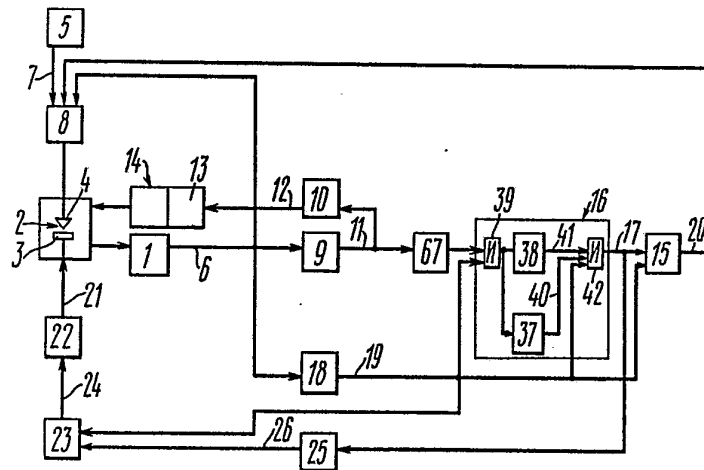


FIG. 1

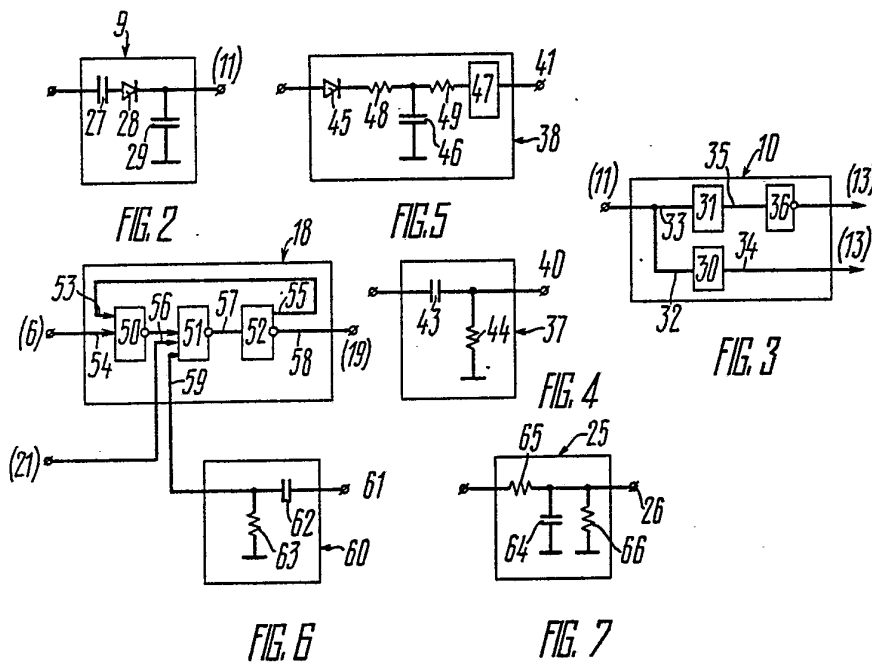


FIG. 6

FIG. 7