

**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) **WP B 23 K / 257 805 7**(22) **12.12.83**(44) **17.04.85**(71) **Ingenieurhochschule Köthen, 4370 Köthen, Bernburger Straße 52-57, DD**(72) **Franz, Udo, Prof. Dr. sc. techn.; Trepte, Manfred, Dr.-Ing.; Hundt, Klaus, Dr. rer. nat., DD**(54) **Einrichtung für Reibschweißmaschinen zur Phasenwinkелеinstellung der Schweißteile**

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung für Reibschweißmaschinen zur Einstellung eines vorbestimmten Phasenwinkels der Schweißteile. Mittels der Erfindung, die auch zur Nachrüstung von vorhandenen Reibschweißmaschinen geeignet ist, kann insbesondere beim Schweißen von Zweiflanschrohren, Rohrbögen und Hosenstücken die vorgeschriebene Lochstellung der Flansche garantiert werden. Im Vergleich zu bekannten Reibschweißmaschinen kann durch die erfindungsgemäße Einrichtung auf einen Hilfsantrieb zur Erzeugung einer Schleichdrehzahl verzichtet werden. Dies wird dadurch erreicht, daß insbesondere eine Aufnahmevorrichtung für das rotierende Schweißteil vorgesehen ist, die aus einem konzentrisch zur Spindel der Reibschweißmaschine angeordneten Formkörper mit einem ersten und einem zweiten Formteil besteht, wobei diese Formteile zueinander drehbar verbunden sowie zur Übertragung von Axialkräften, insbesondere beim Stauchen, geeignet sind.

Erfindungsansprüche:

1. Einrichtung für Reibschweißmaschinen zur Phasenwinkleinstellung der Schweißteile, eine Aufnahmevorrichtung für das rotierende Schweißteil, eine auf die Spindel der Reibschweißmaschine wirkende Bremsvorrichtung sowie Meßvorrichtungen für die Spindeldrehzahl und die Winkelstellung des rotierenden Schweißteiles enthaltend, **gekennzeichnet dadurch**, daß
 - die Aufnahmevorrichtung aus einem konzentrisch zur Spindel der Reibschweißmaschine angeordneten Formkörper mit einem ersten und einem zweiten Formteil besteht, wobei die Formteile zueinander drehbar verbunden sowie zur Übertragung von Axialkräften geeignet sind und ihre Drehachse mit der Spindelachse zusammenfällt,
 - das erste Formteil unmittelbar oder mittelbar mit der Spindel und das zweite Formteil in einer vorbestimmten Winkelstellung zum rotierenden Schweißteil form- und/oder kraftschlüssig mit demselben verbunden ist,
 - eine Kupplungseinrichtung zwischen dem ersten Formteil bzw. der Spindel und dem Formteil bzw. dem rotierenden Schweißteil vorgesehen ist, um ein Drehmoment auf letzteres zu übertragen,
 - eine Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung angeordnet ist, die in vorbestimmten, zwischen den zu gewährleistenden Phasenwinkelstellungen der Schweißteile liegenden Winkelstellungen der Spindel in vorzugsweise kurz aufeinanderfolgenden Zeitintervallen von ca. 0,05 bis 0,3 s Dauer unmittelbar oder mittelbar auf die Spindel einwirkt,
 - eine zentrale Steuereinheit vorgesehen ist, die mit den Meßvorrichtungen für die Spindeldrehzahl und die Winkelstellung des rotierenden Schweißteiles verbunden ist sowie mit der Kupplungsvorrichtung und der Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung in Wirkverbindung steht.
2. Einrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das erste Formteil als Bestandteil eines Schnellspannfutters ausgebildet ist.
3. Einrichtung nach Punkt 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das zweite Formteil Profilierungen zur Herstellung einer vorzugsweise formschlüssigen Verbindung mit dem rotierenden Schweißteil und zu dessen zwangsläufiger Winkelpositionierung in bezug auf das zweite Formteil aufweist.
4. Einrichtung nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Profilierungen des zweiten Formteiles aus Aufnahmestiften bestehen, deren Anordnung und Abmessungen dem Lochbild der anzuschweißenden Flansche angepaßt ist.
5. Einrichtung nach einem der Punkte 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Kupplungsvorrichtung aus den Backen eines das zweite Formteil oder das rotierende Schweißteil haltenden Schnellspannfutters besteht.
6. Einrichtung nach einem der Punkte 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Kupplungsvorrichtung aus beweglichen Rastelementen besteht, welche die Spindel bzw. das erste Formteil lösbar mit dem zweiten Formteil verbinden, wie z. B. in Ausnehmungen des zweiten Formteiles eingreifende bewegliche Bolzen.
7. Einrichtung nach einem der Punkte 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung aus einer unmittelbar oder mittelbar an der Spindel, vorzugsweise am Schnellspannfutter, angeordneten Kurvenscheibe besteht, die an ihrem Umfang eine oder mehrere Vertiefungen aufweist, in welche vorzugsweise mit Laufrädern versehene Druckbolzen eingreifen, wobei diese Vertiefungen bezüglich ihrer Anzahl und Winkellage den zulässigen vorbestimmten Phasenwinkeln entsprechen.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung für Reibschweißmaschinen zur Einstellung eines vorbestimmten Phasenwinkels der Schweißteile. Zu den bekannten gattungsmäßigen Merkmalen der Erfindung gehören eine Aufnahmevorrichtung für das rotierende Schweißteil, eine auf die Spindel der Reibschweißmaschine wirkende Bremsvorrichtung sowie Meßeinrichtungen für die Spindeldrehzahl und die Winkelstellung des rotierenden Schweißteiles. Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung wird gewährleistet, daß das rotierende Schweißteil bei Beendigung seiner Drehbewegung in einer vorbestimmten Winkelstellung anhält. Dadurch soll insbesondere beim Schweißen von Zweiflanschrohren, Rohrbögen und Hosenstücken die vorgeschriebene Lochstellung der Flansche garantiert werden. Darüber hinaus kann die Erfindung z. B. immer dann angewendet werden, wenn ein auf einer drehbaren Spindel angeordnetes Werkzeug in einer vorbestimmten Winkelstellung angehalten werden muß, wie dies z. B. in bestimmten Fällen bei Werkzeugmaschinen notwendig ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß beim Reibschweißen nach der Vorreibzeit und der Reibzeit die rotierenden Massen, wie z. B. Schweißteil und Spannvorrichtung, innerhalb sehr kurzer Zeit abgebremst werden müssen, um das nachfolgende Stauchen der Schweißteile durchzuführen. Ein besonderes Problem entsteht beim Reibschweißen solcher Teile, bei denen das Einstellen eines definierten Phasenwinkels zwischen den zu verschweißenden Teilen erforderlich ist.

Dies gilt z. B. für das Schweißen von Zweiflanschrohren, Rohrbögen und Hosenstücken, bei denen eine exakte Lochstellung der Flansche zu garantieren ist.

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung sind verschiedene Vorrichtungen und Verfahren bekannt. Bei einem bekannten Verfahren erfolgt die exakte Einstellung des Phasenwinkels durch eine langsame Drehbewegung unmittelbar nach Beendigung des Schweißvorganges. Diese Maßnahme führt jedoch dazu, daß die Qualität der Schweißverbindung beeinträchtigt wird und/oder in einem weiten Bereich schwanken kann.

Dieser Nachteil wird bei einer anderen bekannten Vorrichtung (DE-OS 1955523) weitgehend vermieden. Diese besteht im wesentlichen aus einer Spindel, an der die Haltevorrichtung für das rotierende Schweißteil angeordnet ist sowie der Haltevorrichtung für das feststehende Schweißteil. Die Spindel ist mittels Kupplungen lösbar mit einer Hauptantriebsvorrichtung sowie einer Hilfsantriebsvorrichtung für niedrige Drehzahlen (Schleichdrehzahl) verbunden und an eine Drehzahlmeßeinrichtung angeschlossen. Die drehbare Haltevorrichtung weist ferner eine Phasenwinkel-Meßeinrichtung auf.

Die Vorrichtung nach DE-OS 1955523 wird in folgender Weise betrieben:

Wenn in der Abbremsphase, in der der Hauptantrieb angekuppelt ist, eine vorbestimmte, relativ niedrige Spindeldrehzahl unterschritten ist, löst die Drehzahlmeßeinrichtung das Einkuppeln des die Spindel mit einer Schleichdrehzahl antreibenden

Hilfsantriebes aus und startet nachfolgend die Phasenwinkelmessung. Kurz vor Erreichen des vorgegebenen Phasenwinkels löst die Phasenwinkel-Meßeinrichtung das Auskuppeln des Hilfsantriebes, das Betätigen eines Spindel-Arretierbolzens sowie gegebenenfalls die Erhöhung des Stauchdruckes aus. Demzufolge greift der Arretierbolzen in einen Spindelanschlag ein und hält die langsam drehende Spindel in der vorbestimmten Phasenwinkelstellung an.

Anstelle der Arretiervorrichtung soll auch eine Bremsvorrichtung benutzt werden können, um die langsam laufende Spindel in einer definierten Winkelstellung anzuhalten. In der DE-OS 1955523 sind jedoch über den Aufbau einer derartigen Bremsvorrichtung keine Angaben enthalten. Andererseits ergaben Untersuchungen, daß mittels der üblicherweise für Reibschweißmaschinen eingesetzte Bremsvorrichtungen auch bei relativ niedrigen Schleichdrehzahlen keine reproduzierbaren Ergebnisse zu erzielen sind.

Die Nachteile der Vorrichtung gemäß DE-OS 1955523 bestehen im hohen technischen Aufwand für den Hilfsantrieb zur Erzeugung der Schleichdrehzahl sowie im starken Verschleiß der Arretiereinrichtung und der Schweißteilhalterung. Letzteres ist vor allem dadurch bedingt, daß die Arretiereinrichtung wegen des großen Trägheitsmomentes der mit dem rotierenden Schweißteil verbundenen Massen eine relativ hohe Stoßenergie aufnehmen muß, obwohl diese Stoßenergie gerade durch die mittels des Hilfsantriebes erzeugte Schleichdrehzahl bereits wesentlich reduziert wurde.

Auf den Hilfsantrieb kann jedoch offenbar auch deshalb nicht verzichtet werden, weil ein relativ hohes Drehmoment erforderlich ist, um bei einer niedrigen Spindeldrehzahl eine Spindeldrehung bis zu 360° mit Sicherheit zu gewährleisten, was zur Phasenwinkeleinstellung im ungünstigsten Fall erforderlich ist.

Bei einer anderen bekannten Vorrichtung (DE-AS 2436 128) ist ebenfalls ein Hauptantrieb und ein zusätzlicher Hilfsantrieb für die Gewährleistung einer Schleichdrehzahl der Spindel vorgesehen. Im Unterschied zu der in der DE-OS 1955523 beschriebenen Vorrichtung ist hier jedoch der Hilfsantrieb über einen Freilauf mit der Spindel lösbar verbunden; eine wesentliche Reduzierung der bereits beschriebenen Nachteile wird dadurch jedoch nicht erreicht.

Bekannt sind auch Lösungen zum Anhalten der Werkstückspindel, z. B. eines Drehautomaten, in vorgegebenen Winkelstellungen. So wurde z. B. in der DE-OS 2002563 vorgeschlagen, an der Spindel eine Nocke mit einer konkaven Nullposition fest anzuordnen. Gegen die Nockenoberfläche drückt eine Nockenabtastrichtung, z. B. in Form einer Rolle, die am Ende eines hydraulisch oder elektromagnetisch betätigten Kolbens sitzt. Zum Anhalten der Spindel in einer vorgegebenen Winkelstellung wird nach dem Auskuppeln des Spindeltriebes die Nockenabtastrichtung gegen die Nocke gedrückt und erzeugt ein Drehmoment, sofern sich die Nocke außerhalb der Nullposition befindet.

Gegen die Anwendung dieser Lösung bei Reibschweißmaschinen spricht jedoch die Tatsache, daß mit einer derartigen Konstruktion ein derart großes Drehmoment, wie es zum Anhalten der Spindel einer Reibschweißmaschine in einer vorgegebenen Winkelstellung erforderlich ist, mit vertretbarem technischem Aufwand nicht erzeugt werden kann.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Verringerung des technischen Aufwandes zur Einstellung eines vorbestimmten Phasenwinkels reibungsgeschweißter Teile, ohne die Qualität der Schweißverbindung zu beeinträchtigen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Einstellung eines vorbestimmten Phasenwinkels zu erreichen, ohne daß ein Hilfsantrieb zur Erzeugung einer Schleichdrehzahl und/oder eine hohem Verschleiß ausgesetzte Arretiervorrichtung erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Aufnahmevorrichtung für das rotierende Schweißteil aus einem konzentrisch zur Spindel der Reibschweißmaschine angeordneten Formkörper mit einem ersten und einem zweiten Formteil besteht, wobei diese Formteile zueinander drehbar verbunden sowie zur Übertragung von Axialkräften, insbesondere beim Stauchen, geeignet sind und ihre Drehachse mit der Spindelachse zusammenfällt.

Weitere wesentliche Merkmale der Erfindung bestehen darin, daß

- das erste Formteil unmittelbar oder mittelbar mit der Spindel und das zweite Formteil in einer vorbestimmten Winkelstellung zum rotierenden Schweißteil form- und/oder kraftschlüssig mit demselben verbunden ist,
- eine Kupplungsvorrichtung zwischen dem ersten Formteil bzw. der Spindel und dem zweiten Formteil bzw. dem rotierenden Schweißteil vorgesehen ist, um ein Drehmoment auf letzteres zu übertragen,
- eine Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung angeordnet ist, die in vorbestimmten, zwischen den zu gewährleistenden Phasenwinkelstellungen der Schweißteile liegenden Winkelstellungen der Spindel in vorzugsweise kurz aufeinanderfolgenden Zeitintervallen von ca. 0,05 bis 0,3 s Dauer unmittelbar oder mittelbar auf die Spindel einwirkt,
- eine zentrale Steuereinheit vorgesehen ist, die mit den Meßvorrichtungen für die Spindeldrehzahl und die Winkelstellung des rotierenden Schweißteils verbunden ist sowie mit der Kupplungsvorrichtung und der Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung in Wirkverbindung steht.

Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht darin, daß mit ihr herkömmliche Reibschweißmaschinen nachgerüstet werden können, die ursprünglich zum Schweißen von z. B. Zweiflanschrohren ungeeignet waren.

In einer speziellen Ausführungsform der Erfindung kann das erste Formteil als Bestandteil des Schnellspannfutters der Reibschweißmaschine ausgebildet sein.

Weiterhin sind Ausführungsformen der Erfindung möglich, bei denen das zweite Formteil Profilierungen aufweist, die vorzugsweise eine formschlüssige Verbindung mit dem rotierenden Schweißteil und dessen zwangsläufige Winkeljustierung in bezug auf das zweite Formteil gewährleisten. Die Profilierungen des zweiten Formteils können speziell aus Aufnahmestiften bestehen, deren Anordnung und Abmessungen dem Lochbild der anzuschweißenden Flansche angepaßt ist.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung besteht die Kupplungsvorrichtung aus den Backen eines das zweite Formteil oder das rotierende Schweißteil haltenden Schnellspannfutters, das an der Spindel angeordnet ist. Es ist jedoch auch sehr vorteilhaft, wenn die Kupplungsvorrichtung aus beweglichen Rastelementen besteht, welche die Spindel bzw. das erste Formteil lösbar mit dem zweiten Formteil verbinden. Die Rastelemente können z. B. aus beweglichen Bolzen bestehen, die in Ausnehmungen des zweiten Formteils eingreifen.

Bei einer wegen ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung besteht die Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung aus einer unmittelbar oder mittelbar an der Spindel, vorzugsweise am Schnellspannfutter, angeordneten Kurvenscheibe. Diese Kurvenscheibe weist an ihrem Umfang eine oder mehrere Vertiefungen auf, in welche

vorzugsweise mit Laufrädern versehene Druckbolzen eingreifen. Dabei entsprechen diese Vertiefungen bezüglich ihrer Anzahl und Winkellage den zulässigen vorbestimmten Phasenwinkeln. Weitere Einzelheiten der Erfindung sowie ihre spezifischen Vorteile ergeben sich aus der nachfolgend beschriebenen Funktionsweise der erfindungsgemäßen Einrichtung. Das feststehende und das rotierende Schweißteil werden in entsprechenden Aufnahmevorrichtungen gehalten. Bei diesem Vorgang wird in vielen Fällen, insbesondere wenn das rotierende Schweißteil ein Flansch ist, mittels der Profilierungen des zweiten Formteiles eine zwangsweise Winkeljustierung des rotierenden Schweißteils in bezug auf die Aufnahmevorrichtung erreicht. Diese Winkeljustierung ist für die richtige Arbeitsweise der Winkelmeßvorrichtung notwendig; bei bekannten Reibschweißmaschinen erfordert sie jedoch zeitraubende Justierarbeiten. Nachdem das rotierende Schweißteil auf die erforderliche Drehzahl und die Berührungsflächen der Schweißteile durch Reibung auf Schweißtemperatur gebracht wurden, wird der Spindeltrieb ausgekuppelt oder auf Teillast geschaltet und die Spindel auf eine vorgegebene Drehzahl stetig abgebremst. Anschließend leitet die zentrale Steuereinheit, die an die Meßvorrichtungen für die Spindeldrehzahl und die Winkelstellung des rotierenden Schweißteils angeschlossen ist, einen zeitlich gesteuerten Bremsvorgang mittels der Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung ein.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Reibschweißmaschinen wird durch die Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung gewährleistet, daß die Bremskraft in der Umgebung der Winkelstellungen des rotierenden Schweißteils, die den vorbestimmten Phasenwinkeln entsprechen, annähernd gegen Null geht. Dadurch wird ein gesteuerter, stufenförmiger Verlauf des Drehzahlabbaus erreicht. In der Umgebung der vorbestimmten Phasenwinkel wird deshalb annähernd eine Schleichdrehzahl realisiert, ohne daß ein Hilfsantrieb erforderlich ist. Durch den zeitlich gesteuerten Bremsvorgang wird insbesondere verhindert, daß die Spindel bei relativ niedrigen Drehzahlen infolge des hohen Reibmomentes anhält, bevor die erforderliche Phasenwinkelstellung erreicht werden kann.

Die Bremsvorrichtung für das stetige Abbremsen zu Beginn des Bremsvorganges, kurz Hauptbremsvorrichtung genannt, kann mit der Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung eine konstruktive Einheit bilden. Es ist jedoch ebenso vorteilhaft, wenn für beide Bremsvorrichtungen gesonderte konstruktive Lösungen gewählt werden.

Die zentrale Steuereinheit löst schließlich die Kupplungsvorrichtung aus, wenn die Winkelstellung des rotierenden Schweißteils dem vorbestimmten Phasenwinkel entspricht und die Spindeldrehzahl soweit gesunken ist, daß sie innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegt und erhöht gegebenenfalls den Stauchdruck. Auf Grund des hohen Reibmomentes bleibt das ausgekuppelte zweite Formteil zusammen mit dem rotierenden Schweißteil sofort stehen. Da die Massen der vorgenannten Teile vernachlässigbar sind, wird auf die Reibschweißmaschine beim Anhalten des Schweißteils nur eine sehr kleine Stoßenergie übertragen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt den Formkörper für die Aufnahme des rotierenden Schweißteiles, bestehend aus dem ersten Formteil 1 und dem zweiten Formteil 2. Letzteres ist mit Profilierungen in Form von Aufnahmestiften 3 versehen. Das Abbremsen der rotierenden Massen erfolgt wie bisher mit der an der Reibschweißmaschine vorhandenen Bremse, bis nach einer bestimmten Zeit eine vorbestimmte geringe Drehzahl erreicht ist. Zu diesem vorbestimmten Zeitpunkt schaltet ein Tachogenerator über die zentrale Steuereinheit, die beide in der Zeichnung nicht dargestellt sind, die am feststehenden Spannfutter 8 des Rohres 7 befestigte Lichtquelle 4 ein. Jedesmal, wenn der Lichtstrahl eine der definiert zum Lochbild der Flansche angebrachten mitrotierenden Fotozellen 3 erreicht, gibt diese über die zentrale Steuereinheit den Impuls zur Auslösung einer in der Zeichnung nicht dargestellten Kurzzeitintervall-Bremsvorrichtung. Ist die Drehzahl der Spindel 9 soweit gesunken, daß sie innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegt, so löst die zentrale Steuereinheit das Schnellspannfutter 5 in dem Moment, wenn der Lichtstrahl der Lichtquelle 4 auf eine der Fotozellen 3 trifft. Bei gelöstem Schnellspannfutter 5 ist das die Aufnahmestifte und Fotozellen 3 tragende zweite Formteil 2, das hier die Form einer Scheibe aufweist, frei rotierbar, so daß die Spindel 9 und alle mit ihr fest verbundenen Maschinenelemente vom Flansch 6 abgekoppelt sind. Da bei dünnwandigen rotationssymmetrischen Querschnitten das Reibmoment bereits während des Abbremsens stark ansteigt, bleibt der mit dem Rohr 7 bereits fest verbundene Flansch 6 und die an ihn gekoppelte Scheibe 2 auf Grund der ihnen innewohnenden geringen kinetischen Energie sofort stehen. Die Axialkräfte beim Reiben und Stauchen werden von der Spindel 9 über das mit ihr fest verbundene Schnellspannfutter 5 auf den Flansch 6 übertragen. Beim Zurückfahren des Schnellspannfutters 5 zur Herausnahme der fertigen Reibschweißverbindung wird die Axialkraft vom mit der Spindel 9 verbundenen zweiten Formteil 2 aufgenommen.

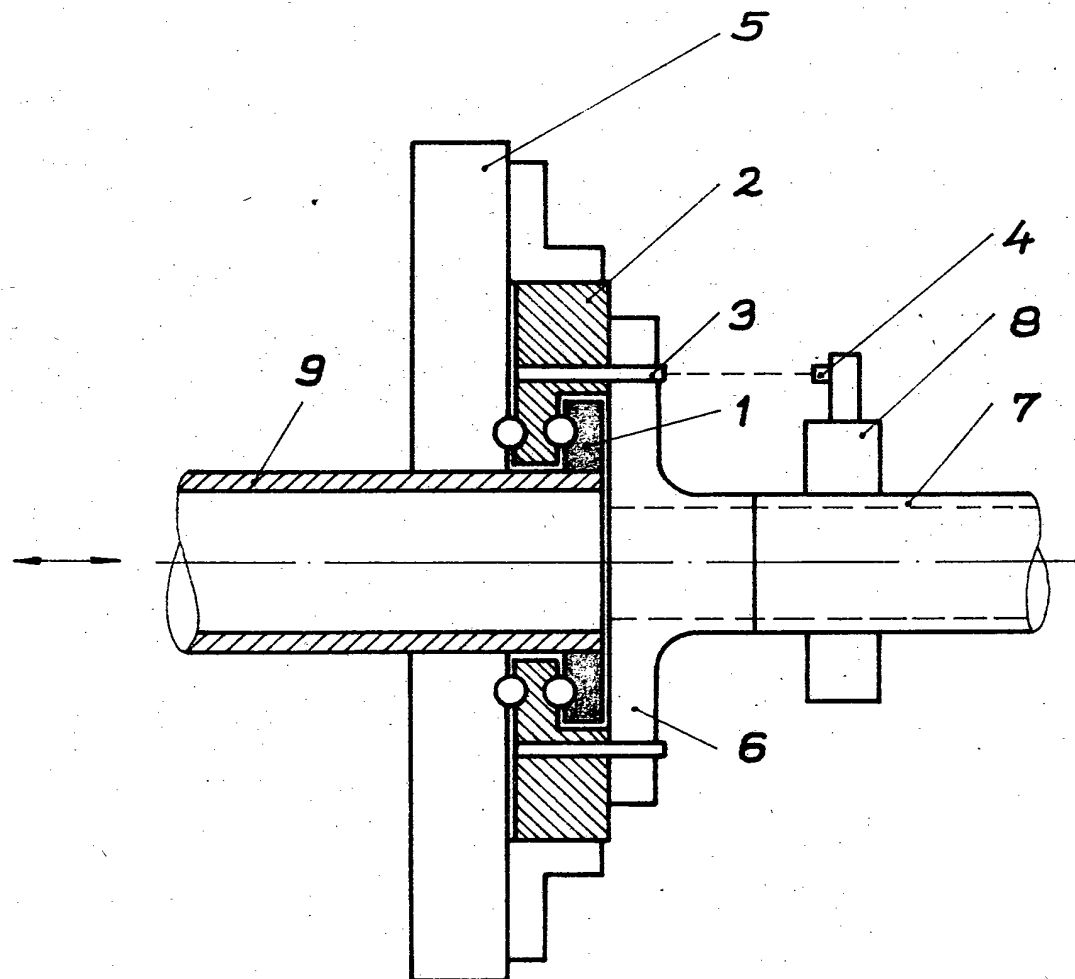


Fig. 1: Einrichtung für Reibschweißmaschinen zur Phaseneinstellung der Schweißteile