



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2007 012 450 U1** 2007.12.13

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2007 012 450.3**
(22) Anmeldetag: **05.09.2007**
(47) Eintragungstag: **08.11.2007**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **13.12.2007**

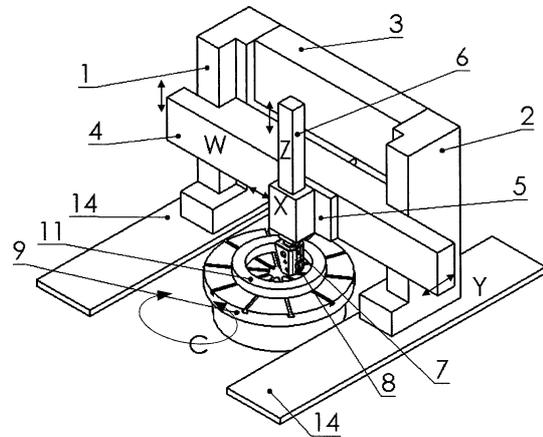
(51) Int Cl.⁸: **B23C 1/06** (2006.01)
B23B 3/10 (2006.01)
B23B 3/06 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
SCHIESS GmbH, 06449 Aschersleben, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung**

(57) Hauptanspruch: Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung zur Herstellung einer innen oder außen Gerad- und Schrägverzahnung an Zahnkränzen mit einem Bearbeitungsdurchmesser von bis zu 16000 mm, bestehend aus einem ortsfesten Maschinenbett mit einer drehend antreibbaren Planscheibe (3), das zwischen einem Maschinenportal aus zwei durch eine feste Traverse (3) verbundenen Ständern (1; 2) angeordnet ist, wobei an den Ständern (1; 2) ein Querbalken (4) in Senkrechtführungen beweglich geführt und Träger eines auf dem Querbalken (4) waagrecht verfahrbaren Maschinensupports mit einem senkrecht verfahrbaren Meißelschieber ist, der einen Revolverkopf mit darin angeordneter Dreh-, Bohr-, Fräs und Schleifspindel hat, dadurch gekennzeichnet, dass am Querbalken (4) ein in x-Richtung verfahrbarer Supportschlitten (5), der eine in z-Richtung zur drehbaren Planscheibe (9) hydrostatisch geführte Ram-Konfiguration (6) mit einem durch ein Andockelement (10) fest verbundenen Fräskopf (7) für ein Verzahnungswerkzeug (8) hat, angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung zur Herstellung einer innen oder außen Gerad- und Schrägverzahnung an Zahnkränzen mit einem Bearbeitungsdurchmesser von bis zu 16000 mm.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist bereits durch DE 35 11 790 A1 eine Senkrechtdrehmaschine bekannt, die an großvolumigen Werkstücken mit beliebig gerichteten kubischen oder polygonen Bearbeitungsflächen und mit einem Bearbeitungsdurchmesser von bis zu 4000 mm alle erforderlichen Dreh-, Fräs-, Bohr- und Gewindeschneidarbeiten in einer Aufspannung auf der Planscheibe durchführt. Erreicht wird dies dadurch, dass der Maschinenständer einer konventionellen Senkrechtdrehmaschine an seiner Oberseite eine Schlittenführung aufweist, die in der Ebene der x-Achse, jedoch rechtwinklig zu dieser verläuft und als NC-gesteuerte y-Achse zum Verfahren eines Zwischenstückes in Richtung von und zur Planscheibe ausgebildet ist, an dessen Vorderseite der Querbalken mit in x- und z-Richtung als NC-gesteuerter Achse, verstellbarem Querbalkensupport und Senkrecht-Werkzeugschieber angeordnet ist und die mit einer NC-gesteuerten Rotationsachse der Planscheibe ausgerüstet ist. Der Senkrecht-Werkzeugschieber ist in z-Richtung verfahrbar und mit einem z. B. ein Fräswerkzeug aufnehmenden Schwenkkopf versehen. Mittels der Vorschubbewegung in y- bzw. in x-Richtung sollen damit Dreh- und Fräsarbeiten auch bei der Rundumbearbeitung an solchen Werkstücken möglich sein, die beispielsweise innen zylindrisch und außen kubisch sind oder in ihrer Grundform zylindrisch sind, jedoch an ihrer Ober-, Innen- oder Außenseite zu bearbeitende Flächen aufweisen, deren Mittelachse nicht die Werkstückmitte bzw. das Planscheibenzentrum schneidet. Die Bearbeitung der Seitenflächen von kubischen Werkstücken soll ebenfalls mit Winkelfräsköpfen, Stirn- und Eckmesserköpfen, die eine hohe Spanleistung haben, durchführbar sein. Nachteilig ist aber, dass der Querbalken nicht in z-Richtung bewegbar ist, wodurch der Senkrecht-Werkzeugschieber zur Bearbeitung von Werkstücken lange Wege zurücklegen muss. Dies führt aber zur Entstehung von Biegekräften und damit zu Bearbeitungsungenauigkeiten. Weiterhin ist in DE 195 43 816 A1 ein Senkrechtbearbeitungszentrum für eine Dreh-, Bohr-, Fräs- und Schleifbearbeitung von Werkstücken dargestellt. Das Senkrechtbearbeitungszentrum besteht aus einem Maschinentisch mit darauf angeordneter, waagrecht drehend angetriebener Planscheibe und einem zur Drehachse der Planscheibe radial angeordneten Maschinenbett. Darauf ist ein Maschinenständer angeordnet, der mittels eines Vorschubantriebes verfahrbar ist. Ein Ausleger ist durch eine Flanschverbindung an den Maschinenständer befestigt. Am freien Ende des Auslegers ist ein Maschinensupport eben-

falls durch eine Flanschverbindung befestigt, wodurch der Abstand des Maschinensupports vom Maschinenständer unveränderlich ist. Der Maschinensupport hat einen senkrecht verfahrbaren Meißelschieber, der mit einer Dreh-, Bohr-, Fräs- und Schleifspindel versehen ist. Damit ist eine Drehbearbeitung mit hoher Drehgeschwindigkeit der Planscheibe und feststehendem, am Meißelschieber befestigten Drehstahl oder eine Dreh-, Bohr-, Fräs- und Schleifbearbeitung mit sich schnell drehender Spindel und still stehender oder sich sehr langsam drehender Planscheibe möglich. Hierzu hat die Planscheibe einen oder zwei unterschiedliche, wahlweise kuppelbare Antriebe. Die für die Bearbeitung benötigten Werkzeuge sind in einem Werkzeugmagazin neben dem Maschinenständer angeordnet. Die Vorschubbewegung in x-Richtung, welche radial zur Planscheibe verläuft, wird durch einen Vorschubantrieb für den Maschinenständer erreicht. Der Vorschubantrieb am Maschinensupport in z-Richtung wird durch einen weiteren Vorschubantrieb am Maschinensupport realisiert. Eine zusätzliche y-Achse für die Bearbeitung ist gegeben, wenn am freien Ende des Auslegers Waagerechtführungsbahnen angeordnet sind, in denen sich der Maschinensupport quer zum Ausleger und senkrecht zur Vorschubrichtung des Maschinenständers verfahren lässt. Des Weiteren kann der Ausleger im Maschinenständer durch einen Vorschubantrieb in z-Richtung höhenverstellbar angeordnet sein. Damit braucht der Meißelschieber nicht verschiebbar angeordnet sein. Durch die konstruktive Ausführung des Senkrechtbearbeitungszentrums, insbesondere durch den von einer Verlagerung der Vorschubbewegung in der x-Achse hin zum Maschinenständer oder zur Planscheibe erreichten konstanten Abstand des Maschinensupports zum Maschinenständer, sollen sich die durch das Gewicht des Bearbeitungswerkzeuges und des Auslegers bedingten Verformungen kompensieren lassen. Das in DE 195 43 816 A1 dargestellte Senkrechtbearbeitungszentrum hat aber den Nachteil, dass die Anordnung des Auslegers und des Maschinensupports oder des Auslegers, des Querbalkens und des Maschinensupports am Maschinenständer die angestrebte Kompensation von Verformungen bei der Bearbeitung großer Zahnkränze nicht erreicht. Alle bekannten Senkrechtdrehmaschinen und Senkrechtbearbeitungszentren sind derzeit nicht zur Herstellung von innen oder außen Gerad- und Schrägverzahnungen an großen Zahnkränzen einsetzbar.

[0003] Zur Vermeidung von Verformungen, insbesondere von Durchbiegungen des Querbalkens ist bereits durch DE 34 04 869 A1 eine Portalfräsmaschine bekannt, die einen zwischen die Ständer durch eine Querschnittserweiterung ragenden Querbalken in der geometrischen Form aufweist, dass der Querbalken die Ständer an drei Seiten abdeckt und an jeder Seite eine Verikalführung zur beweglichen

Führung des Querbalkens angeordnet ist. Eine vorteilhafte Ausführung der Portalfräsmaschine soll darin bestehen, dass die seitlichen Verikalführungen ausschließlich zum Führen des Querbalkens in Längsrichtung (z-Richtung) und die stirnseitigen Verikalführungen ausschließlich in Querrichtung (y-Richtung) ausgebildet sind. Der Querbalken soll damit die Biege- und Torsionskräfte, insbesondere die aus den Schnittkräften und dem Gewicht des Fräsaggregates in Abhängigkeit von der Stellung des Fräsaggregates resultierenden Torsionskräfte, über die Vertikalführungen in die Ständer leiten. Der Nachteil dieser Portalfräsmaschine besteht darin, dass das am Querbalken angeordnete Fräsaggregat selbst nicht in z-Richtung verfahrbar ist. Die Positionierung des Fräsaggregates in z-Richtung zur Bearbeitung eines Werkstückes ist damit nur durch ein Verfahren des Querbalkens zu erreichen, wodurch aber große Massen zu bewegen sind. Zur qualitätsgerechten Herstellung von innen oder außen Gerad- und Schrägverzahnungen sind aber geringe Verfahrswege des Werkzeuges in z-Richtung notwendig. So werden die Vertikalführungen dieser Portalfräsmaschine partiell stark belastet und verschleifen schneller.

[0004] Das Problem der Erfindung besteht deshalb darin, ein Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung zur Herstellung einer innen oder außen Gerad- und Schrägverzahnung an Zahnkränzen mit einem Bearbeitungsdurchmesser von bis zu 16000 mm vorzuschlagen, das geringe Verfahrswege des Werkzeuges garantiert und Verformungen ausschließt. Zur Lösung des Problems ist das eingangs genannte Senkrechtbearbeitungszentrum durch die Merkmale des Anspruchs 1 weitergebildet. Die Vorteile der Erfindung bestehen im erweiterten technologischen Einsatz des Senkrechtbearbeitungszentrums, insbesondere zur Herstellung von innen und außen Gerad- und Schrägverzahnungen an großen Zahnkränzen. Vorhandene Senkrechtbearbeitungszentren sind umrüstbar, wodurch erforderliche Investitionen für die Anschaffung von Verzahnmaschinen vermeidbar wären. Das neue Senkrechtbearbeitungszentrum kann die Komplettbearbeitung von genauigkeitsrelevanten Flächen an Werkstücken durchführen, weil die Dreh-, Bohr-, Fräs- und Verzahnbearbeitung in einer Aufspannung und mit kurzen Produktionszeiten möglich ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung bilden die Merkmale der Unteransprüche.

[0005] Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

[0006] [Fig. 1](#): eine schematische Darstellung des Senkrechtbearbeitungszentrums in Zweiständerausführung,

[0007] [Fig. 2](#): einen Fräskopf für die Geradverzahnung und

nung und

[0008] [Fig. 3](#): einen Fräskopf für die Schrägverzahnung

[0009] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung des Senkrechtbearbeitungszentrums in Zweiständerausführung. Es ist dargestellt, dass zwei durch ein Querhaupt **3** fest verbundene Ständer **1**; **2** auf einem Maschinenbett **14** angeordnet sind, einen in z-Richtung verfahrenen Querbalken **4** haben und zwischen den Ständern **1**; **2** eine drehbare Planscheibe **9** mit einem Unterbau angeordnet ist. Am Querbalken **4** ist ein in x-Richtung verfahrbarer Supportschlitten **5**, der eine in z-Richtung zur drehbaren Planscheibe **9** hydrostatisch geführte Ram-Konfiguration **6** mit einem durch ein Andockelement **10** fest verbundenen Fräskopf **7** für ein Verzahnungswerkzeug **8** hat, angeordnet. Bessere Bearbeitungsmöglichkeiten sind dadurch gegeben, wenn die Ständer **1**; **2** oder die drehbare Planscheibe **9** mit Unterbau in y-Richtung verfahrbar ausgeführt sind. Damit sind durch den verfahrenen Querbalken **4** in z-Richtung, den verfahrenen Supportschlitten **5** in x-Richtung, der bewegbaren Ram-Konfiguration **6** in z-Richtung sowie der verfahrenen Planscheibe **9** mit Unterbau und den verfahrenen Ständern **1**; **2** in y-Richtung für die Verzahnbearbeitung an großen Zahnkränzen kurze Bearbeitungswege für den Fräskopf **7** erreichbar. Für die Planscheibe **9** mit Unterbau ist kennzeichnend, dass ihre Drehachse ein nicht dargestelltes Messsystem hat sowie einen nicht dargestellten spielfreien Antrieb aufweist, in dem die Planscheibe **9** durch zwei elektronisch gegeneinander verspannte Elektromotoren gehalten wird. Durch dieses Verspannen wird eine genaue Positionierung der Planscheibe in Verbindung mit dem Messsystem gewährleistet. Die Teilungsfehler sind sehr gering, da die im Bearbeitungsprozess entstehenden Reaktionsmomente auch ohne Wechsel der Drehmomentenrichtung von zwei aus Motor mit Getriebe bestehenden Antrieben aufgebracht werden. Im Unterbau ist mindestens ein ebenfalls nicht dargestellter Verstellzylinder angeordnet, wodurch die Planscheibe **9** mit einem aufgespannten Werkstück **11** eine Schwenklage einnehmen kann. Der Schwenkwinkel beträgt bis zu 20 Grad. Diese Ausführung hat zu dem den Vorteil, dass die Masse- und Bearbeitungskräfte vom Werkstück ohne Biegeanteile in das Fundament des Senkrechtbearbeitungszentrums geleitet werden. Alle bewegbaren und verfahrenen Teile des Senkrechtbearbeitungszentrums sind NC-gesteuert und garantieren so eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit der Werkstücke.

[0010] [Fig. 2](#) zeigt einen Fräskopf für die Geradverzahnung. Der Fräskopf **7** hat werkstückseitig ein Verzahnungswerkzeug **8** und gegenüberliegend ein Andockelement **10**. Das Verzahnungswerkzeug **8** ist ein Formfräser oder eine Schleifscheibe. Durch das Andockelement **10** wird die Verbindung zwischen

Ram-Konfiguration **6** und Fräskopf **7** erreicht. Hierzu hat die Ram-Konfiguration **6** ein nicht dargestelltes Masterhead-System. Damit ist auch ein schneller Wechsel des Bearbeitungsverfahrens möglich. Vorteilhafterweise wird dies dadurch erreicht, dass der Fräskopf **7** durch andere Fräsköpfe austauschbar ist, die die für eine Dreh-, Bohr-, Fräs-, und Schleifbearbeitung erforderlichen Werkzeuge haben. Das Andockelement **10** sichert auch die Zufuhr von verschiedenen Medien, wie beispielsweise von Öl, Kühlmittel und Luft, für das Verzahnungswerkzeug **8**.

[0011] **Fig. 3** zeigt einen Fräskopf für die Schrägverzahnung. Erkennbar ist, dass der Fräskopf **7** mit dem Verzahnungswerkzeug **8** für die innen und außen Schrägverzahnung einen von der Werkzeugebene **12** zur z-Achse **13** gebildeten Schrägungswinkel β aufweist.

[0012] Das neue Senkrechtbearbeitungszentrum soll am Beispiel der Herstellung einer innen Schrägverzahnung an einem Zahnkranz, Bearbeitungsdurchmesser 8000 mm mit einem schrägen Fräskopf **7**, Schrägungswinkel β gleich sieben Grad und einer ebenen Planscheibe näher erläutert werden.

[0013] Der als Rohteil in Form eines gewalzten Ringes zu bearbeitende Zahnkranz **11** wird auf die ebene Planscheibe **9** aufgespannt, zur spanenden Bearbeitung in die erforderliche Position gebracht und dann vor der Herstellung der eigentlichen Schrägverzahnung bearbeitet. So sind zunächst beide Seiten des Zahnkranzes **11** plan und längs zu drehen, die Zentriersitze und das Bohrbild herzustellen sowie das Schneiden der Gewinde durch verschiedene Fräsköpfe **7** mit den entsprechenden Werkzeugen durchzuführen. Der Austausch der Fräsköpfe **7** ist schnell und problemlos möglich. Für die Verzahnbearbeitung mit einem Formfräser **8** ist der Fräskopf **7** auszutauschen. Der Einsatz eines Fräskopfes **7** mit einer Schleifscheibe ist nur dann notwendig, wenn eine hohe Qualität der Verzahnung gefordert ist. Bekanntermaßen muss der Vorschub der C-Achse mit dem Vorschub der Z-Achse beim Schrägverzahn synchronisiert werden. Diese Interpolation wird durch die NC-Steuerung der Maschinenachsen erreicht. Aus den Bewegungen der beiden Achsen wird eine Schraubenlinie am Zahnkranz **11** erzeugt. Der Vorschub der C-Achse ist vom Schrägungswinkel β der Verzahnung und von der Vorschubgeschwindigkeit der Z-Achse abhängig. Nach dem Fräsen einer Zahnücke wird die Planscheibe **9** auf eine neue Zahnücke positioniert und der Formfräser **8** wiederholt den Fräsvorgang bis zur vollständigen Herstellung der innen Schrägverzahnung am Zahnkranz **11**. Die Positionierung der Planscheibe **9** auf eine neue Zahnücke des zu bearbeitenden Zahnkranzes **11** ist NC-gesteuert, wobei mehrere Achsen des Senkrechtbearbeitungszentrums interpolieren.

[0014] Die Positionierung des Fräsers wird durch den Bearbeitungsdurchmesser und die Zähnezahl des Zahnkranzes sowie durch den Modul der Verzahnung bestimmt.

Bezugszeichenliste

1	Ständer
2	Ständer
3	Querhaupt
4	Querbalken
5	Supportschlitten
6	Ram-Konfiguration
7	Fräskopf
8	Verzahnungswerkzeug
9	drehbare Planscheibe mit Unterbau
10	Andockelement
11	Werkstück
12	Werkzeugebene
13	Z-Achse
14	Maschinenbett
β	Schrägungswinkel

Schutzansprüche

1. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung zur Herstellung einer innen oder außen Gerad- und Schrägverzahnung an Zahnkränzen mit einem Bearbeitungsdurchmesser von bis zu 16000 mm, bestehend aus einem ortsfesten Maschinenbett mit einer drehend antreibbaren Planscheibe (**3**), das zwischen einem Maschinenportal aus zwei durch eine feste Traverse (**3**) verbundenen Ständern (**1**; **2**) angeordnet ist, wobei an den Ständern (**1**; **2**) ein Querbalken (**4**) in Senkrechtführungen beweglich geführt und Träger eines auf dem Querbalken (**4**) waagrecht verfahrbaren Maschinensupports mit einem senkrecht verfahrbaren Meißelschieber ist, der einen Revolverkopf mit darin angeordneter Dreh-, Bohr-, Fräs- und Schleifspindel hat, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Querbalken (**4**) ein in x-Richtung verfahrbarer Supportschlitten (**5**), der eine in z-Richtung zur drehbaren Planscheibe (**9**) hydrostatisch geführte Ram-Konfiguration (**6**) mit einem durch ein Andockelement (**10**) fest verbundenen Fräskopf (**7**) für ein Verzahnungswerkzeug (**8**) hat, angeordnet ist.

2. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ständer (**1**; **2**) in y-Richtung verfahrbar angeordnet sind.

3. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Planscheibe mit Unterbau (**9**) in y-Richtung verfahrbar angeordnet ist.

4. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Drehachse der Planscheibe (9) ein Messsystem sowie einen spielfreien Antrieb hat.

5. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Unterbau der Planscheibe (9) mindestens ein Verstellzylinder angeordnet ist, wodurch die Planscheibe (9) mit einem aufgespannten Werkstück (11) eine Schwenklage einnimmt.

6. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkwinkel bis zu 20 Grad beträgt.

7. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Fräskopf (7) mit dem Verzahnungswerkzeug (8) für die innen und außen Schrägverzahnung einen von der Werkzeugebene 12 zur z-Achse 13 gebildeten Schrägungswinkel β aufweist.

8. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verzahnungswerkzeug (8) im Fräskopf (7) ein Formfräser oder eine Schleifscheibe ist.

9. Senkrechtbearbeitungszentrum in Zweiständerausführung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Fräskopf (7) durch andere Fräsköpfe (7), die die für eine Dreh-, Bohr-, Fräs- und Schleifbearbeitung erforderlichen Werkzeuge haben, austauschbar ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

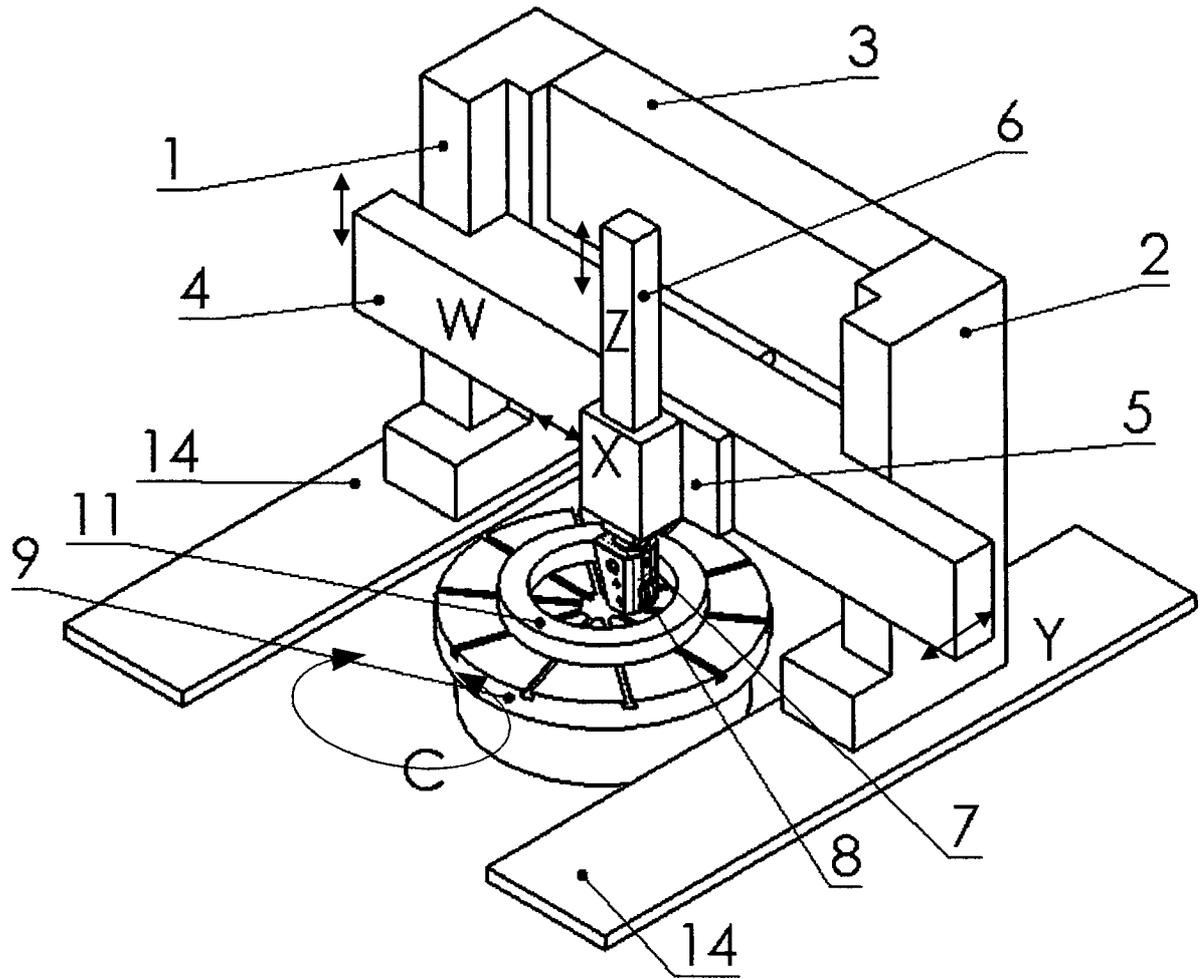


FIG.1

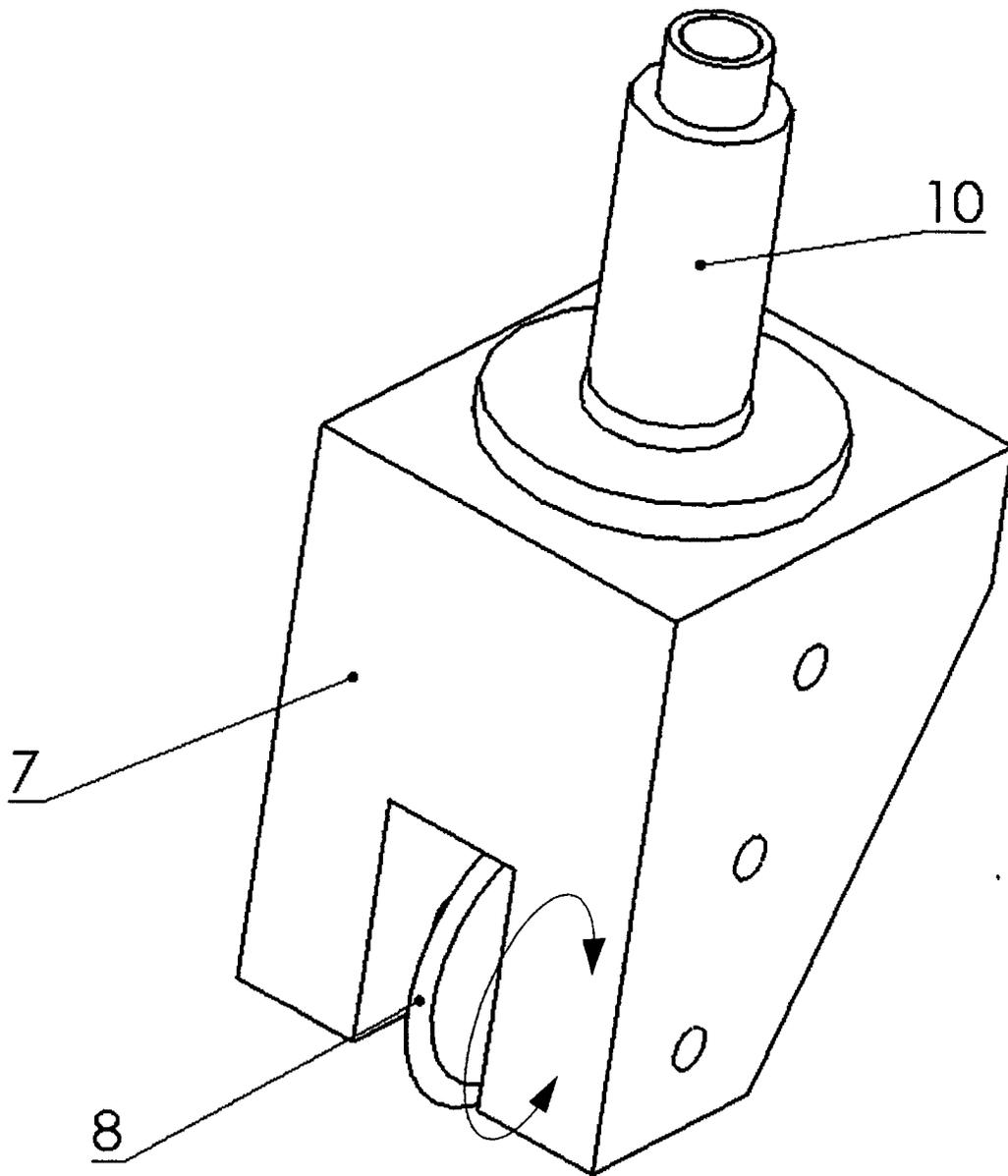


FIG.2

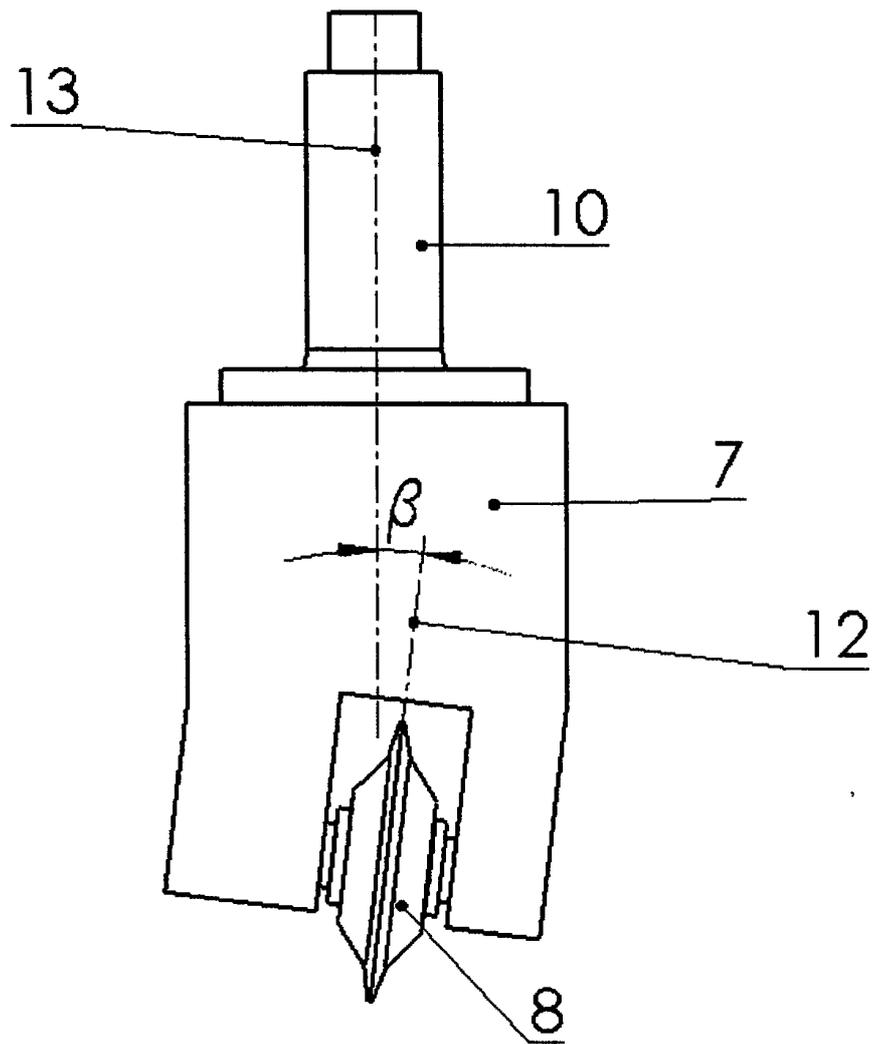


FIG.3