

(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 281 285 A5

4(51) H 01 F 41/02

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP H 01 F / 327 265 0

(22) 05.04.89

(44) 01.08.90

(71) Technische Universität Dresden, Direktorat Forschung, Mommsenstraße 13, Dresden, 8027, DD

(72) Hoppe, Jens, Dipl.-Ing.; Tzscheuschler, Rolf, Prof. Dr.-Ing., DD

(73) siehe (71)

(54) **Lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech I-förmiger Gestalt sowie Verfahren zur Herstellung solcher Magnetkernteile bzw. Kompaktbleche**

(55) Magnetkern, lamelliert; Magnetkernteil, lamelliert; Kompaktblech, lamelliert; amorphes Magnetmaterial, bandförmig; I-förmige Gestalt, dünn, falten; Faltlänge, unterschiedlich; Stärke, unterschiedlich

(57) Die Erfindung betrifft ein lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech I-förmiger Gestalt sowie ein Verfahren zur Herstellung solcher Teile. Mit der Erfindung wird bezweckt, die in verschiedener Hinsicht vorteilhaften Eigenschaften amorphen Magnetmaterials auszunutzen, bei gleichzeitiger Beibehaltung der konstruktiven und technologischen Gegebenheiten bei herkömmlichen Induktionsapparaten. Damit werden die Probleme, die bei der Verwendung von amorphen Magnetmaterialien bzw. dünnen Bändern bisher bestanden, umgangen. Die Magnetkernteile bzw. Kompaktbleche weisen I-förmige Gestalt auf, d. h. sie sind rechteckig, mit einem großen Längen-Breiten-Verhältnis. An einem oder an beiden Enden sind diese Bleche bzw. Teile in der Stärke reduziert und lassen sich so besser zu herkömmlichen Kernen verschachteln, da sie fügenweise ineinander greifen. Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung derart aufgebauter Magnetkernteile bzw. Kompaktbleche angegeben, welches von der Verwendung einer Falteinrichtung ausgeht, die das quasi endlose Band einer Rolle entnimmt und die Magnetkernteile bzw. Kompaktbleche durch Falten des Bandes lagenweise übereinander anordnet. Durch ein- oder mehrfaches Ändern der Faltlänge entstehen die Bleche bzw. Teile mit unterschiedlicher Stärke an ihren Enden. Fig. 1

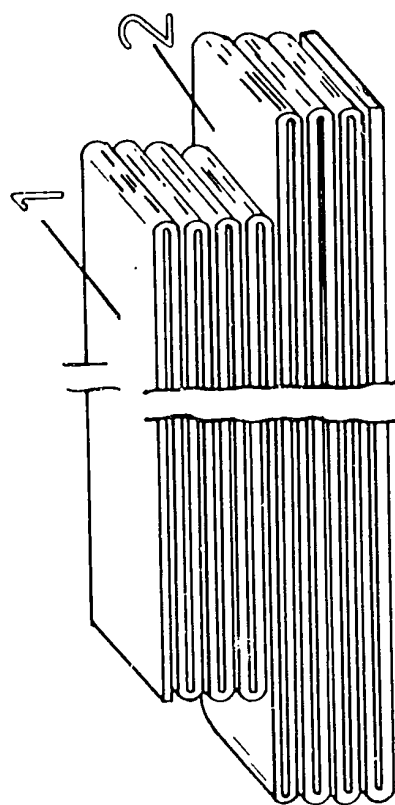


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech I-förmiger Gestalt, das aus dünnen Bändern, z. B. aus amorphem Magnetmaterial, besteht, die an den Enden des Teiles bzw. Bleches jeweils miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Magnetkernteil bzw. Kompaktblech an einem oder an beiden Enden eine reduzierte Stärke aufweist.
2. Lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dünnen Bänder miteinander verklebt sind.
3. Lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ihre Stärke an einem bzw. beiden Enden auf die Hälfte oder annähernd die Hälfte reduziert ist.
4. Lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bereich reduzierter Stärke an einem oder an beiden Enden in Längsrichtung des Teiles oder Bleches genau oder annähernd der Bandbreite entspricht.
5. Lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bereich reduzierter Stärke an beiden Enden in Längsrichtung des Teiles oder Bleches genau oder annähernd der doppelten Bandbreite entspricht.
6. Verfahren zur Herstellung eines lamellierten Magnetkernteiles bzw. lamellierten Kompaktbleches I-förmiger Gestalt, das aus dünnen Bändern besteht und durch Faltung eines oder mehrerer parallel einer Falteinrichtung zugeführter quasi endloser Bänder erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß mittels der Falteinrichtung zunächst das Band bzw. die Bänder gemeinsam in mehreren Lagen gleicher Falzlänge zu einem ersten Teilstapel (1) gefaltet werden und danach mehrere Lagen mit einer anderen Falzlänge zu einem zweiten Teilstapel (2) gefaltet werden und die Differenz beider Falzlängen gleich oder annähernd gleich der halben Breite des Bandes bzw. der Bänder oder eines ganzzahligen Vielfachen n , wobei n im Bereich von $n = 2$ bis $n = 4$ gewählt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Faltung so durchgeführt wird, daß die Bänder des zweiten Teilstapels (2) mit der großen Falzlänge einseitig oder beidseitig die Bänder des ersten Teilstapels (1) mit der kleineren Falzlänge überragen und die Stärke des zweiten Teilstapels (2) gleich oder annähernd der Stärke des ersten Teilstapels (1) gewählt wird.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein lamelliertes Magnetkernteil bzw. ein lamelliertes Kompaktblech I-förmiger Gestalt, das aus dünnen Bändern, z. B. aus amorphem Magnetmaterial, besteht. Diese dünnen Bänder sind lagenweise aufeinander geschichtet und an den Enden des Magnetkernteiles bzw. Kompaktbleches miteinander verbunden, da die Lagen durch Faltung aus einem quasi endlosen Band erzeugt wurden.

Solche Magnetkernteile bzw. Kompaktbleche ermöglichen es einerseits, die besonderen Eigenschaften der dünnen Bänder amorpher Materialien auszunutzen. Andererseits zwingt die Herstellung solcher Magnetkernteile bzw. Kompaktbleche bei der verarbeitenden Industrie nicht zur Änderung der herkömmlichen Technologie.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines lamellierten Magnetkernteiles bzw. eines lamellierten Kompaktbleches I-förmiger Gestalt, das aus dünnen Bändern besteht und durch Faltung eines oder mehrerer parallel einer Falteinrichtung zugeführter quasi endloser Bänder erzeugt wird.

Dabei versteht man unter einem Magnetkernteil ein aus lamelliertem Magnetmaterial hergestelltes Teil mit einer solchen Stapelhöhe, daß aus wenigen Magnetkernteilen ein geschlossener Magnetkern bzw. ein Magnetkern gewünschter Konfiguration entsteht.

Dagegen ist unter einem Kompaktblech ein lamelliertes Teil aus Magnetmaterial zu verstehen, daß durch eine Stapelhöhe von 0,3 mm bis etwa 1,5 mm gekennzeichnet ist und das wie ein Magnetblech, herkömmlicher Art verarbeitet wird und dabei zu Magnetkernen führt, wie sie bei Verwendung von konventionellen Magnetblechen entstehen, bevorzugt bei der Anordnung von zwei bis drei Blechen pro Falz.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Amorphes Magnetmaterial liegt auf Grund der bei seiner Herstellung angewandten technologischen Prozesse in dünnen Bändern begrenzter Breiten aber praktisch unbegrenzter Länge vor. Damit scheiden formgerechtes Schneiden und Schichten (Verschachteln) einzelner Folien bei der Herstellung von Magnetkernen aus praktischen Erwägungen heraus aus. Die in Dicken von etwa 0,025 mm bis 0,050 mm anfallenden amorphen Magnetbänder wurden daher überwiegend aufgewickelt und in Form von Wickelbandkernen zur Anwendung gebracht.

Ferner ist es bekannt, diese Wickelbandkerne aufzuschneiden und als Schnittbandkerne weiter zu verarbeiten. Während Bandkerne für Wicklungen hoher Windungszahlen ungeeignet sind, treten bei Verwendung von Schnittbandkernen die erforderlichen besonderen Trennverfahren bei amorphem Material, die Probleme durch das Vorhandensein von Luftspalten und der besondere konstruktive Aufwand für die Pressung der Magnetkerne nachteilig in Erscheinung (z.B. DD-PS 221 301). Für die Herstellung von Leistungstransformatoren ist es ferner bekannt, eine große Zahl der sehr dünnen Blechlamellen zu säulenförmigen, sich selbst tragenden und formbeständigen Blechpaketen zusammenzusetzen, wobei diese Blechpakete eine rechteckigen Querschnitt aufweisen, aber mit unterschiedlicher Länge bereitgestellt werden. Solche Magnetkerne werden sodann nach Art eines Ziegelmauerwerkes zu einem geschlossenen Magnetkern verarbeitet (DE-A 1 313 8564). Besondere Angaben über die Herstellung dieser quaderförmigen Magnetkerne sind aus dieser Schrift nicht entnehmbar, so daß davon ausgegangen werden muß, daß die quaderförmigen Magnetkerne nach formgerechtem Schneiden der Einzelfolien und deren Überlappungsschichten verklebt werden. Diese Lösung überwindet zwar den Nachteil der großen Empfindlichkeit der dünnen Folien bei der Montage der Magnetkerne; die Herstellung der quaderförmigen Magnetkerne erscheint aber weiterhin problematisch, zumindest technologisch aufwendig. Außerdem erfordert die Anwendung dieser Lehre eine vollständig neue Kernkonstruktion.

Des weiteren ist es zur Behebung der Verarbeitungsschwierigkeiten extrem dünner Folien bekannt, mehrere solcher bandförmiger Folien zu Laminaten zu verbinden und in Form von Blechen zur Verfügung zu stellen. Diese Lamine sind ebenfalls für die Anwendung in Leistungstransformatoren, z.B. in Verteilertansformatoren geeignet (Fish, E.: Recent Developments In Low Core Loss Materials For Power Transformers. Canadian Electrical Association Power Transformer Subsection. Montreal: Quebec 25.03.1985). Ferner wurde bereits vorgeschlagen, Kompaktbleche durch Laminierung dünner Folien dadurch zu erzeugen, daß zunächst Folien zu Wickelbandkernen gewickelt und anschließend durch Pressung zu ebenen Blechstapeln verformt werden (DD-WP H61 F 3171654). Diese Blechstapel haben eine I-förmige Gestalt und sind in geringer Höhe als Magnetkerne bzw. Kompaktbleche zum Schichten von kompletten Magnetkernen geeignet. In entsprechender Höhe können derartig hergestellter ebener Folienstapel als I-förmige Magnetkerne Anwendung finden. Allerdings ist hier von gewissem Nachteil, daß die Längsenden der Folienstapel eine konvexe Gestalt aufweisen.

Zur Herstellung von Magnetkernen bzw. von Magnetkernteilen ist es ferner bekannt, Magnetbänder zu falten. So ist es bekannt, die Joche von Leistungstransformatoren, die als Tempeltyp ausgeführt sind, durch Falten von ein oder mehreren bereitgestellten amorphen Bändern herzustellen (EP A 1 015 1048).

Bei der Herstellung von den beschriebenen Magnetkernteilen bzw. Magnetblechen durch Zusammenfügen dünner Folien bedarf es besonderer Verbindungsverfahren, die insbesondere in den Rand- bzw. Eckbereichen der Teile bzw. Bleche effektiv sein müssen. Hierfür wird die Verwendung von Klebstoffen vorgeschlagen (DE-A 1 313 8564), die entweder die amorphen Bänder vollständig benetzen oder punktförmig verteilte Klebstellen erzeugen (WO 86/05314). Darüber hinaus ist zu diesem Zweck es auch bekannt, auf die Oberfläche der amorphen Folien im Temperaturbereich von 50 bis 350 Grad Celsius schmelzende Metalle aufzubringen, die während des nachfolgenden Temperprozesses schmelzen und die Folien innig verbinden (US 4413406).

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, den Einsatz von amorphen Magnetmaterialien mit ihren günstigen und genau einstellbaren magnetischen Eigenschaften zu ermöglichen und gleichzeitig die diesen Magnetmaterialien anhaftenden Nachteile bzgl. ihrer technologischen Verarbeitbarkeit, die durch ihre geringe Dicke und ihre schlechte Stanzbarkeit charakterisiert sind, weitestgehend zu umgehen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, lamellierte Magnetbleche mit annähernd konventionellen Abmessungen aus amorphen oder anderen dünnen Bändern vorzuschlagen, die unter Beibehaltung traditioneller Herstellungsverfahren verwendbar sind und die entweder verbesserte magnetische Eigenschaften oder verringerten Arbeitsaufwand beim Legen der Kerne oder zumindest die Verwendung amorpher Folien bei konventionellen Konstruktionen ermöglichen. Außerdem lag die Aufgabe vor, ein Herstellungsverfahren für die Magnetkerne bzw. Kompaktbleche, die der obigen Aufgabenstellung genügen, anzugeben, wobei die Nachteile der bisherigen Verfahren zur Verbindung der Folien und Magnetbleche bzw. Magnetkerne zumindest teilweise überwunden werden sollen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein lamelliertes Magnetkernteil bzw. lamelliertes Kompaktblech I-förmiger Gestalt, das aus dünnen Bändern, z.B. aus amorphem Magnetmaterial besteht, die an den Enden des Teiles bzw. Bleches jeweils miteinander verbunden sind, an einem oder an beiden Enden eine reduzierte Stärke aufweist. Es ist vorteilhaft, wenn die Stärke an einem bzw. beiden Enden auf die Hälfte oder annähernd die Hälfte des Magnetkernteils bzw. Kompaktbleches reduziert ist.

Der Bereich reduzierter Stärke an einem oder an beiden Enden entspricht in Längsrichtung des Teiles oder Bleches genau oder annähernd der Bandbreite oder der doppelten Bandbreite.

Ferner ist es möglich, die lagenweise an einer Seite verbundenen amorphen Bänder auch an der anderen Seite dadurch zu verbinden, daß zwischen die einzelnen amorphen Bänder eine Klebstoffschicht ganzflächig oder punkt- bzw. strichweise eingebracht wird.

Das lamellierte Magnetkernteil bzw. lamellierte Kompaktblech wird durch Faltung eines oder mehrerer parallel einer Faltrichtung zugeführter quasi endloser dünner Bänder erzeugt. In der Faltrichtung wird zunächst das Band bzw. die Bänder gemeinsam in mehreren Lagen gleicher Faltdicke zu einem ersten Teilstapel gefaltet und danach werden mehrere Lagen

mit einer anderen Faltlänge zu einem zweiten Teilstapel gefaltet. Die Differenz beider Faltlängen ist gleich oder annähernd gleich der halben Breite des Bandes bzw. der Bänder oder eines ganzzahligen Vielfachen n , wobei n im Bereich von $n = 2$ bis $n = 4$ gewählt wird.

Es kann zweckmäßig sein, die Faltung so durchzuführen, daß die Bänder des zweiten Teilstapels mit der großen Faltlänge einseitig oder beidseitig die Bänder des ersten Teilstapels mit der kleineren Faltlänge überragen. Die Stärke des zweiten Teilstapels wird gleich oder annähernd der Stärke des ersten Teilstapels gewählt.

Ausführungsbeispiel

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: ein erfindungsgemäß hergestelltes lamelliertes Kompaktblech, dessen einzelne Lagen an ihren Enden miteinander verbunden sind und das an seinen Enden eine annähernd um die Hälfte reduzierte Stärke aufweist.
- Fig. 2a: ein erfindungsgemäß hergestelltes lamelliertes Kompaktblech in einer schematischen Darstellung, das an dem einen Ende des Bleches eine um die Hälfte reduzierte Stärke aufweist.
- Fig. 2b: ein erfindungsgemäß hergestelltes Kompaktblech in einer schematischen Darstellung, das an beiden Enden des Bleches eine um die Hälfte reduzierte Stärke aufweist.
- Fig. 2c: ein erfindungsgemäß hergestelltes Kompaktblech in einer schematischen Darstellung, das an einem Ende eine um zwei Drittel reduzierte Stärke aufweist.
- Fig. 2d: ein erfindungsgemäß hergestelltes Kompaktblech in einer schematischen Darstellung, das an beiden Enden eine um zwei Drittel reduzierte Stärke aufweist.

Figur 1 zeigt in perspektivischer Darstellung ein als I-förmig bezeichnetes Kompaktblech, das aus zwei Teilstapeln 1 und 2 besteht, die eine bauliche Einheit bilden. Unter I-förmigen Blechen versteht man dabei solche, die die Form eines langgestreckten Rechteckes in der Draufsicht aufweisen.

Das Kompaktblech besteht aus dünnen magnetischen Bändern aus amorphem Magnetmaterial. Das Magnetmaterial besteht aus einer Legierung aus Fe₈₀B₁₄Si₆ und hat duktile Eigenschaften. Es weist eine Bandbreite von 20mm und eine Bandstärke von etwa 0,025mm auf.

In einer nicht gezeigten Falteinrichtung werden die amorphen Bänder lagenweise so gestapelt, daß die Enden des Kompaktbleches jeweils verbunden sind. Ferner ist das aus zwei Teilstapeln gebildete Kompaktblech durch eine Längendifferenz der Teilstapel 1 und 2 gekennzeichnet, die an jedem Bandstapelende eine Bandbreite beträgt. Somit entsteht an den Enden des Kompaktbleches eine Reduzierung seiner Stärke.

Die Figuren 2a–d zeigen in schematischen Darstellungen verschiedenartig gestaltete I-förmige Kompaktbleche. Alle 4 Figuren sind gekennzeichnet durch das vorstehend beschriebene amorphe Material.

Wiederum werden in einer Falteinrichtung die amorphen Bänder lagenweise so gestaltet, daß die Enden der Kompaktbleche jeweils verbunden sind.

Unterschiedlich sind die an dem Ende bzw. den Enden der Kompaktbleche entstandenen reduzierten Stärken und/oder der Bereich der reduzierten Stärke in Längsrichtung.

In Figur 2a wird ein erfindungsgemäß hergestelltes Kompaktblech gezeigt, das an dem einen Ende des Teiles eine um die Hälfte reduzierte Stärke aufweist und der Bereich reduzierter Stärke in Längsrichtung des Teiles einer Bandbreite entspricht. Natürlich ist es auch im Umfang der Erfindung, den Bereich reduzierter Stärke in Längsrichtung des Teiles um mehr als eine Bandbreite auszubilden. Dies wäre in dem Fall günstig, wenn ein ebenfalls erfindungsgemäß hergestelltes Kompaktblech anderer Bandbreite beim Legen eines Kernes Anwendung finden soll.

Figur 2b zeigt ein Kompaktblech nach Figur 2a, das an dem anderen Ende des Teiles eine um die Hälfte reduzierte Stärke aufweist, wobei der Bereich reduzierter Stärke in Längsrichtung des Bleches eine halbe Bandbreite beträgt. Der Einsatz solcher Kompaktbleche ist in Dreischlenkelkernen vorteilhaft.

Figur 2c stellt ein Kompaktblech dar, das an dem einen Ende eine um zwei Drittel reduzierte Stärke aufweist und der um eine Bandbreite in Längsrichtung des Teiles herausragende Teil mittig angeordnet ist.

Figur 2d zeigt dagegen ein Kompaktblech, wo die in Figur 2c beschriebene Anordnung an beiden Enden des Kompaktbleches realisiert wurde. Diese nach den Figuren 2c und 2d realisierten Kompaktbleche können in Kombination mit dem in Figur 2a beschriebenen Kompaktblech zu L- und U-förmigen sowie zu geschlossenen Kernen gelegt werden. Ferner besteht die Möglichkeit, die vorstehend beschriebenen Kompaktbleche in der Länge zu variieren, so daß Variationen in der rechteckigen Form des Kernfensters möglich sind.

Das Verfahren zur Herstellung der vorstehend beschriebenen Kompaktbleche wird wie folgt erläutert.

Von Vorratsrollen wird parallel Magnetblech amorpher Struktur entnommen. Diese Rollen tragen Magnetblech von 20mm Breite und einer Stärke von 0,025mm. Es besteht aus einer Legierung aus Fe₈₀B₁₄Si₆. Diese von den Vorratsrollen entnommenen quasi endlosen Bänder werden über Beleimungseinrichtungen geführt. Nachdem diese Bänder von beispielsweise 3 Vorratsrollen zusammengeführt wurden, werden sie einer Falteinrichtung zugeführt, die zunächst 9 Faltungen vornimmt, so daß nach Pressung ein Teilstapel von 0,75mm Stärke entsteht. Anschließend ändert die Falteinrichtung die Faltlänge um den Betrag der zweifachen Breite, also um 40mm, im Beispiel von 400mm auf 360mm und führt wiederum die gleiche Zahl von Faltungen aus. Danach erfolgt nach Pressung und Trocknung des Kompaktbleches dessen Bereitstellung zur Legung eines Kernes, der die Kernabmessung von 400mm mal 400mm aufweist.

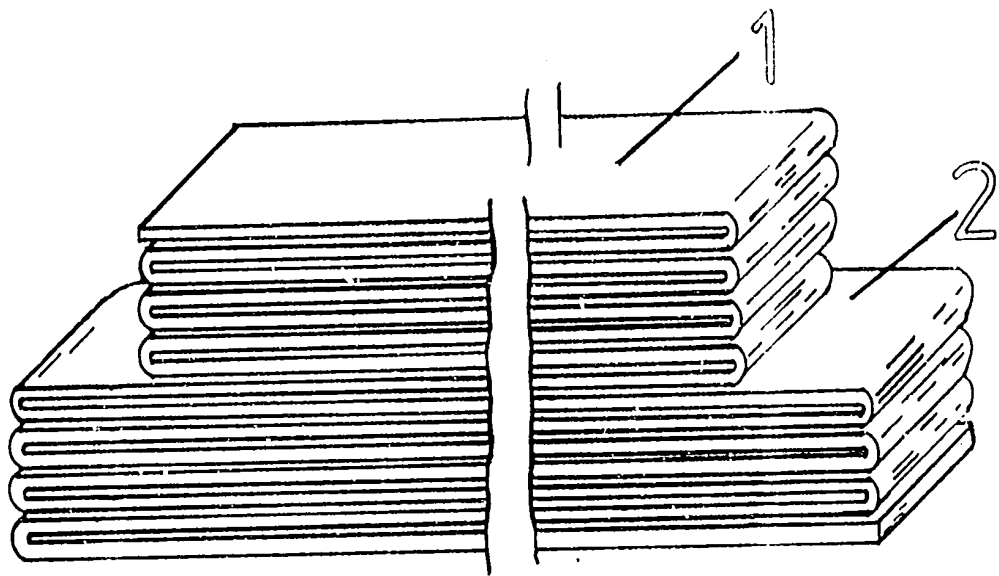


Fig. 1

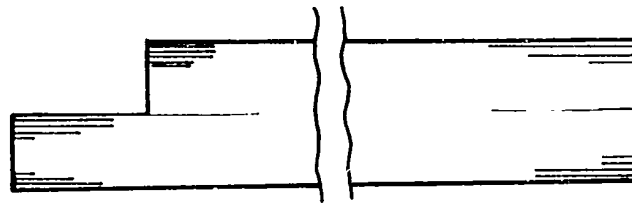


Fig. 2a

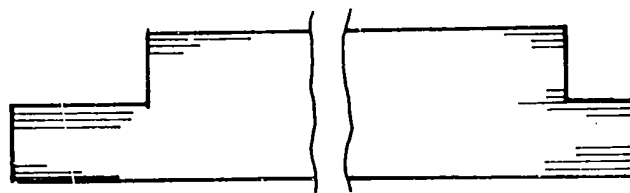


Fig. 2b

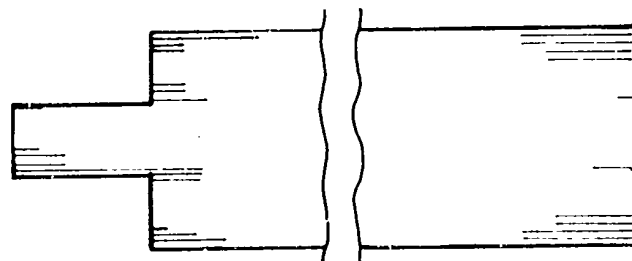


Fig. 2c

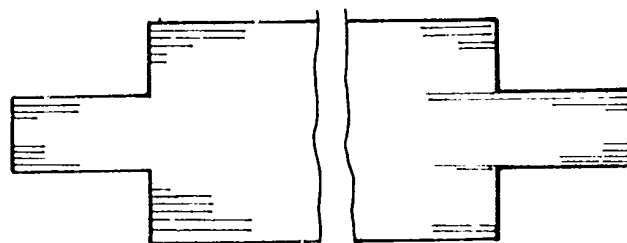


Fig. 2d