[19] المملكة العربية السعودية SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ١٦٢٠
[45] تاريخ المنح ١٤٢٧/١١/١٤هـ
الموافـــق: ٢٠٠٦/١٢/٠٥م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: هيساهيكو فوكيس ، شيرو اوسادا

[73] مالك البراءة: كاستريب ، ال ال سي
عنوانه: نوكور ، ٢١٠٠ ريكسفورد رود، تشارلوت ، ان سي ٢٨٢١١ ، امريكا

[74] الوكيل: حسن عيسى الملا

[21] رقم الطلب: ٠١٢١٠٦٨٥.

[22] تاريخ الإيداع : ١٤٢١/١١/٠٥ هـ
الموافق : ٢٠٠١/٠١/٣٠ م

[51] التصنيف الدولي[7] :
Int. Cl.[7] : B22D 11/06

[56] المراجع:

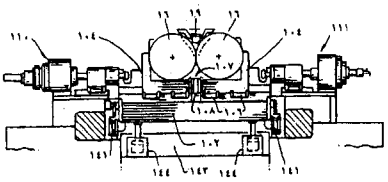
طلب أوروبي	٩٠٣١٩٠	١٩٩٩/٠٣/٢٤م
طلب أوروبي	٩٠٣١٩١	١٩٩٩/٠٣/٢٤م

اسم الفاحص : هشام بن احمد البداح

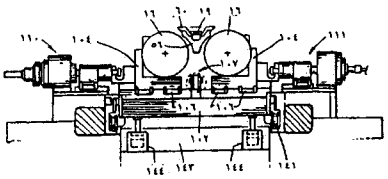
[54] اسم الاختراع: صب شريحة

[57] الملخص: طريقة بدء القيام بصب شريحة معدنية casting of metal strip في وحدة صب مزدوجة الاسطوانات متضمنة twin roll على اسطوانات صب متوازية parallel casting. ويستند حوض pool صب المعدن المصهور molten على اسطوانات الصب وتحدد عند أطراف الاسطوانات بواسطة ألواح غلق جانبية، ويتم دوران rotated الاسطوانات لتوصيل شريحة الصب في اتجاه سفلي من الفرجة nip الصغيرة الموجودة بينهما. وتميل إحدى الاسطوانات باستمرار جانبيا نحو الاسطوانة الأخرى سواء بواسطة وحدات إمالة زنبركيه spring biasing units أو بواسطة وحدات إمالة هيدروليكية hydraulic biasing units.عند البدء توضع الفجوة gap بين الاسطوانات بحيث تكون أقل من سمك الشريحة المراد صبها وتدار الاسطوانات بسرعة معينة بحيث أنه عند صب معدن مصهور molten metal لبدء العمل تنتج شريحة الصب بسمك يكون أكبر من الفجوة الابتدائية initial gap بين الاسطوانات وبذلك تسبب في تحرك الاسطوانات المائلة على التحرك في وقت واحد بعيدا الاسطوانات الأخرى ليزيد الفجوة بين الاسطوانات لتوائم accommodate سمك الشريحة المصبوبة cast strip. وهذا يسمح ببدء الصب بدون الحاجة لإدخال ساق (وهمية) dummy bar بين الاسطوانتين.تكون للأسطح المحيطية peripheral surfaces للاسطوانات قمة سالبة c negative crown ويمكن أن تكون الفجوة الابتدائية عند مراكز الاسطوانات d0= 2c+g0 حيث g0 تمثل فجوة الحافة edge gap الابتدائية للاسطوانة.

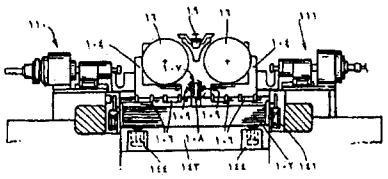
٧ عناصر حماية ، ١٢ شكل



شكل(٥)



شكل(٦)



شكل(٧)

صب شريحة

الوصف الكامل

خلفية الإختراع:

يتعلق هذا الإختراع بصب شريحة strip معدنية عن طريق الصب casting المستمر في آلية الصب ذات البكرة المزدوجة twin roll.

وفي آلية الصب ذات البكرة المزدوجة twin roll يتم إدخال معدن منصهر بين زوج من بكرات الصب casting rolls الأفقية متضادة الدورات والذى يتم تبريده بحيث تتصلب الأغلفة المعدنية metal shells على أسطح البكرة roll المتحركة وتحضر سوياً عند فجوة ضيقة nip بينهم لإنتاج ناتج شريحة strip متصلب منطلق لأسفل من الفجوة الضيقة بين البكرات rolls. ويستخدم المصطلح "فجوة ضيقة nip" هنا للإشارة إلى منطقة عامة عندها تتقارب البكرات rolls مع بعضها.

ويمكن صب المعدن molten metal المنصهر من المصب (وعاء الصب) إلى وعاء أصغر أو مجموعة أوعية أصغر يتدفق منها خلال فوهة إنطلاق المعدن metal الموضوعة فوق الفجوة الضيقة nip لتوجيهه إلى الفجوة الضيقة nip بين البكرات rolls، لذا يتم تكوين حوض صب casting pool من المعدن المنصهر molten metal المدعم على أسطح بكرات rolls الصب casting على الفور فوق الفجوة الضيقة nip والامتداد على طول طول الفجوة الضيقة nip. ويحدد حوض الصب casting pool ذلك عادة بين الألواح plates الجانبية أو الحواجز المثبتة dams held بإرتباط منزلق مع الأسطح الطرفية للبكرات rolls لحجز طرفي حوض الصب casting pool ضد التدفق، على الرغم من الوسائل البديلة مثل الحواجز الكهرومغناطيسية electromagnetic barriers التي تم إقتراحها.

وتواجه عملية بدء الصب casting في آلية الصب casting ذات بكرة مزدوجة twin roll مشاكل كبيرة، وبالأخص عند صب شريحة فولاذ casting steel strip. وعند تشغيلها يكون من الضروري إنشاء حوض الصب casting pool المدعم على البكرات

rolls. وعند إجراء الحالة الثابتة من الصب casting فإن الثغرة عند الفجوة الضيقة nip بين البكرات rolls تتقارب عن طريق شريحة متصلبة solidified، ولكن عند التشغيل يمكن أن يقع المعدن المنصهر molten metal خلال الثغرة gap بدون أن يتجمد تماماً ويمكن أن يصبح بعد ذلك مستحيل لإنتاج شريحة متماسكة. ومما سبق، كان من المعتقد بالضرورة إدخال قضيب bar مائل بين بكرات الصب casting rolls عند التشغيل بحيث يسد الثغرة بين البكرات rolls بينما يتم إنشاء حوض الصب casting pool وكذلك سحب القضيب bar المائل بتوجيه طرف الشريحة المتصلبة solidified لكي تتكون. وتجدر الإشارة إلى أن الحاجة في إدخال قضيب bar مائل يبطئ التجهيز الأولي للإجراء الاعدادي للصب casting ويتحتم تكرار هذا الاجراء إذا تم إخفاق الصب restart casting لأى سبب كما أنه من الضروري بدء عملية الصب casting مرة أخرى. وتلك مشكلة خاصة عند صب الفولاذ casting steel حيث يكون الفلز المنصهر molten metal عند درجات حرارة عالية جداً والمكونات المقاومة للصهر من المعدن metal المنطلق بالنظام يجب أن تسخن من قبل إلى درجة حرارة عالية ويتم جعلها في تركيب على الفور قبل عملية الصب casting ويمكن أن يبرد المعدن المنصهر molten metal المصبوب خلال رش فاصل زمني قصير قبل المكونات المقاومة للصهر. كما أن تجهيز الاجزاء لبدء عملية الصب casting في آلية صب casting ذات بكرة مزدوجة twin roll بدون إستخدام قضيب bar مائل يجعل عملية الصب casting تبدأ من جديد وعلى الفور بعد إنقطاع وإخفاق الصب casting بدون الحاجة لإعادة ضبط جهاز آلية الصب casting مرة أخرى بشكل مؤثر.

نشرات البراءة اليابانية ٥٩٢١٥٢٥٧ أ JP 59215257A و البراءة اليابانية ١١٣٣٦٤٤ أ JP 1133644A تبين إقتراحات لجعل تشغيل عملية الصب casting في آلية الصب casting ذات البكرة المزدوجة twin roll بدون إستخدام قضيب bar مائل. وكلاً من تلك الإقتراحات تتطلب تغيير الثغرة gap المفروضة أثناء التشغيل والتحكم المناظر في سرعة البكرة roll الموجهة فقط لإعداد تواؤم بين الثغرة gap وسمك أغلفة الفولاذ المتصلبة solidified steel عند الفجوة الضيقة nip لغلق الفجوة الضيقة nip لإنشاء حوض

للصب casting pool. وفي الإقتراح الموصوف في البراءة اليابانية ٥٩٢١٥٢٥٧ أ JP 59215257A يبدأ التشغيل بثغرة gap بكرة roll صغيرة ويتم البدء في عملية الصب casting عند سرعة بكرة roll عالية نسبية لإنتاج شريحة أسمك من المطلوب. وتفرض الزيادة الدورية في ثغرة البكرة roll gap بعد ذلك وتختزل سرعة البكرات rolls حتي تتواء على زيادة سمك الشريحة مع تغير ثغرة البكرة roll gap المفروض.

وفي الإقتراح المبين في البراءة اليابانية ١١٣٣٦٤٤ أ JP 1133644A يبدأ التشغيل بإتساع كبير نسبياً لثغرة البكرة roll gap لتنفيذ التدفق على البكرات rolls وتختزل ثغرة البكرة roll gap بعد ذلك للسماح ببناء حوض الصب casting pool يتبعه زيادة في ثغرة البكرة roll gap لإنتاج شريحة ذات سمك مطلوب. أما تواؤم ثغرة البكرة roll gap المفروضة مع السمك الفعلي للفلز المتصلب solidifying metal يكون صعب فوق العادة. وعلاوة على ذلك، تفترض تلك الإقتراحات أسطح لبكرة roll متوازية تماماً وثغرة gap أثناء التشغيل. وعلي أية حال، عند صب casting شريحة فولاذ رفيعة قد وجد بالضرورة إستخدام بكرات rolls مع رؤوس مشغولة بالماكينات machined. وعلى وجه التحديد، لإنتاج شريحة مسطحة، يتحتم تشغيل البكرات rolls بالماكينات machined برأس سلبية، يعني أن السطح الطرفي لكل بكرة roll يجب أن يكون له نصف قطر أصغر عند جزئه المركزي من عند أطرافه، بحيث أنه عندما يعترى البكرات rolls التمدد الحرارى أثناء عملية الصب casting فإنه يصبح مسطح بوجه عام لكي ينتج شريحة مسطحة. وتكون الإقتراحات السابقة المشتملة على تحكم في الثغرة gap المفروضة بوجه عام غير قابلة للتشغيل بنجاح ببكرات rolls محدبة. ويعمل هذا الإختراع على إعداد طريقة محسنة لم يعرض فيها ثغرة gap بين البكرات rolls أثناء تشغيل عملية الصب casting، ولكن تكون إستجابة لسمك المعدن metal الذي يصب أثناء تشغيل الطريقة. ومن المحتمل أن يعمل هذا الإختراع على إستخدام بكرات rolls محدبة وكذلك إمكانية قابلية مرونة أكبر للتحكم في سرعة الصب casting للإستمثال لظروف تصلب المعدن ومعدل تعبئة حوض عملية الصب.

الوصف العام للإختراع:

ووفقاً لهذا الإختراع توجد طريقة مزودة لصب شريحة معدنية casting metal متضمنة تجميع زوج من بكرات الصب casting rolls الأولي والثانية في علاقة متوازية لتكوين فجوة ضيقة nip بينهما مع أحد البكرات rolls على الأقل القابلة للحركة جانبياً بالنسبة لبكرة roll أخرى، وكذلك صب casting معدن metal منصهر لتكوين حوض للصب casting pool من معدن منصهر molten metal مدعم على أسطح طرفية من بكرات الصب casting الأولى والثانية فوق الفجوة الضيقة nip بدون قضيب bar مائل وكذلك صب nip شريحة من معدن منصهر molten metal في حوض الصب casting pool منطلق لأسفل من الفجوة الضيقة nip، وفيه عند بدء عملية الصب casting وقبل تكوين حوض الصب casting pool تعد ثغرة gap أولية عند فجوة ضيقة nip بين بكرات الصب casting rolls الأولى والثانية، الثغرة gap الأولية التي تكون أقل من السمك المطلوب للشريحة المراد صبها بإستمرار، وبالتتابع لتكوين حوض الصب casting pool تزداد الثغرة gap في عملية صب casting الشريحة ذات السمك المطلوب، متميزة بالمراحل التالية: عند بدء الصب casting، فإن إمالة بكرة roll الصب casting الأولى المذكورة جانبياً بإستمرار تجاه بكرة roll الصب casting الثانية وبكرات rolls الصب casting الأولى والثانية المتضادة الدوران عند سرعة ما تجمد أغلفة المعدن metal على أسطح طرفية لكل بكرات rolls الصب casting ويرحل تجاه الفجوة الضيقة nip للإنتاج فوراً عند بدء عملية الصب casting لشريحة ذات سمك أكبر من الثغرة gap الأولية المعدة بين بكرات rolls الصب casting الأولى والثانية، والسماح لبكرة roll الصب casting الأولى أن تتحرك جانبياً بعيداً عن بكرة roll الصب casting الثانية مقابل الامالة المستمرة لزيادة الثغرة عند فجوة ضيقة nip بين البكرات rolls بذلك لاعداد سمك شريحة صب casting أولية وقادرة على صب casting مستمر لشريحة عند السمك المطلوب المذكور.

وعلى نحو مفضل، تحدب الأسطح الطرفية للبكرات rolls بصورة سلبية عند البرودة بواسطة ذلك المتكون عند أجزائها المتوسطة إلى قطر يكون أقل من قطر الأجزاء

الطرفية لتلك الأسطح، الثغرة gap الأولية التي تعد بحيث أن الأجزاء الطرفية للأسطح الطرفية للبكرات rolls تتباعد بما لا يزيد عن ١,٥ مم.

ويفضل، أن يتراوح التباعد الأولى بين الأجزاء الطرفية للبكرات rolls في المعدل ٠,٢ إلى ١,٤ مم. إن الرأس المحدبة السلبية القطرية لكل بكرة roll، والتي تكون الفرق في قطر الجزء المتوسط والأجزاء الطرفية المذكورة لسطح البكرة roll، يمكن أن تتراوح من ٠,١ إلى ١,٥ مم.

ويفضل، أن تثبت البكرة roll الثانية المذكورة ضد الحركة جسمية الجانبية، وتركب البكرة roll الأولى المذكورة على زوج من ناقلات بكرة roll قابلة للحركة والتي تسمح للبكرة roll الأولى المذكورة بحركة جسمية جانبية للبكرة roll الثانية وتمال البكرة roll الأولى المذكورة بإستمرار جانبياً تجاه البكرة roll الثاني بواسطة تطبيق قوى الامالة لناقلات البكرة القابلة للحركة.

ويمكن إعداد ثغرة أولية بين البكرات rolls بوضع وسائل للايقاف لتحديد الحركة الجسمية للبكرة roll الأولى المذكورة تجاه البكرة roll الثانية. ويمكن أن تكون وسائل الايقاف على سبيل المثال إيقاف يعد حتي يتم إرتباطها بأحد أو كلا ناقلات البكرة roll القابلة للحركة.

ويمكن أن تستخدم قوى الامالة لناقلات البكرة roll القابلة للحركة بواسطة الامالة الحلزونية.

شرح مختصر للرسومات:

يمكن تفسير هذا الإختراع تماماً، وسيتم وصف تشغيل صورة خاصة واحدة لآلية الصب لشريحة بالتفصيل بالرجوع إلى الرسومات المرافقة وفيها:

شكل ١ يمثل قطاع عرضى رأسي خلال آلية صب caster شريحة قابلة للتشغيل وفقاً لهذا الإختراع؛

شكل ٢ يمثل إمتداد لجزء من الشكل ١ موضحاً المكونات المهمة لآلية الصب caster؛

شكل ٣ يمثل مقطع عرضى طولى خلال الأجزاء المهمة لآلية الصب caster؛

شكل ٤ يمثل إرتفاع طرفي لآلية الصب caster؛

الأشكال ٥، ٦، ٧ تبين آلية الصب caster في ظروف متغيرة أثناء الصب caster

وأثناء إزالة معيار البكرة roll من آلية الصب caster؛

شكل ٨ يمثل قطاع عرضي رأسي خلال وحدة إمالة البكرة roll المتداخلة مع حلزونية إمالة البكرة roll؛

شكل ٩ يمثل قطاع عرضي رأسي خلال وحدة إمالة البكرة roll المتداخلة مع مشغل ضغط المائع؛

شكل ١٠ يوضح نمطين متماثلين لسطح البكرة roll يبينان الرأس السلبية؛

شكل ١١ يوضح بيانياً الاعداد الأولى لبكرتين two rolls محدبتين سلبياً عند البرودة، و

شكل ١٢ يبين بكرتين two rolls متشابهتين عند ظروف حارة أثناء الصب casting.

الوصف التفصيلي:

تتضمن آلية الصب caster الموضحة إطار ماكينة machine أساسية ١١ والذي يقوم من السطح المقاوم للصهر (غير مبين) ويدعم وحدة بكرة الصب casting على شكل كاسيت cassette ١٣ الذي يمكن أن يحرك إلى موضع تشغيلي في آلية الصب caster كوحدة ولكن يمكن أن يزال بسهولة عندما تستبدل البكرات rolls. وينقل الكاسيت Cassette ١٣ زوج من بكرات الصب casting rolls المتوازية ١٦ لذلك الفلز المنصهر molten metal الذي يزود أثناء تشغيل الصب casting من المصب (غير مبين) عن طريق مسبكة (حوض المعدن المصهور في أعلى قالب الصب) ١٧، موزع distributor ١٨ وفوهة nozzle إنطلاق ١٩ لخلق حوض للصب casting pool ٣٠. وتكون بكرات الصب Casting rolls ١٦ ماء مبرد بحيث أن الأغلفة تتجمد على أسطح البكرة roll المتحركة وتجمع سوياً عند الفجوة الضيقة nip بينهم لإنتاج ناتج شريحة متصلبة ٢٠ عند مخرج البكرة roll. ويمكن أن يشحن الناتج إلى ملف قياسي.

وتدار بكرات الصب Casting rolls عكسياً من خلال أعمدة الادارة على إطار الماكينة الاساسية. ويمكن أن يفصل عمود الادارة من الانتقال عندما يزال الكاسيت Cassette. ويكون للبكرات rolls ١٦ جدران طرفية نحاسية متكونة بمجموعة من الممرات الممتدة طولياً وممرات تبريد الماء المتباعد بشكل محيطي مزودة بماء للتبريد من خلال أطراف البكرة roll من الماء المزود القنوات في أعمدة إدارة البكرة roll ٤١ التي توصل بخراطيم تزود بالماء ٤٢ خلال سدادات دوارة ٤٣. ويمكن أن يتراوح قطر البكرة roll إلى حوالي ٥٠٠ مم وطول يكافئ ٢٠٠٠ مم لإنتاج ناتج شريحة متقارب مع إتساع البكرات rolls.

ويعتبر ذلك المصب ذو بنية معروفة بالكامل ويدعم على برج دوار لذلك يمكن إحضاره في موضع فوق المسبكة ١٧ لملء المسبكة. ويمكن أن تعد المسبكة بصمام صرف متزلق ٤٧ يمكن تشغيلة بواسطة إسطوانة آلية مؤازرة أو تحكم حتي يسمح للفلز المنصهر أن يتدفق من المسبكة ١٧ من خلال الصمام ٤٧ ودرع مقاوم للصهر ٤٨ في موزع ١٨.

ويعتبر الموزع بنية معروفة أيضاً، كما يتم تكوينه كطبق واسع مصنوع من مادة مقاومة للصهر مثل أوكسيد الماغنسيوم magnesium oxide (Mgo). ويستقبل جانب واحد من الموزع distributor ١٨ فلز منصهر من المسبكة ١٧ وجانب آخر من الموزع distributor ١٨ يزود بمجموعة من فتحات مخرج الفلز المتباعد طولياً ٥٢. وينقل الجزء السفلي من الموزع distributor ١٨ تركيب الطوب الحرارى ٥٣ لتركيب الموزع distributor على إطار آلية الصب caster الأساسي ١١ عندما يركب الكاسيت cassette في موضعه التشغيلي.

ويتم تكوين فتحة الإنطلاق ١٩ كجسم ممتد مصنوع من مادة مقامة للصهر مثل جرافيت الألومينا alumina graphite. ويدبب جزئها السفلي لكي تتجمع للداخل ولأسفل لذا فإنها يمكن أن تسقط في الفجوة الضيقة nip بين بكرات الصب casting rolls ١٦. ويتم تكوين جزئها العلوى بشفاه الجانب البارز للخارج ٥٥ الذي يوضع على طوب حرارى للتركيب ٦٠ الذي يكون جزء من الإطار الأساسي ١١.

ويمكن أن يكون للفوهة Nozzle ١٩ مجموعة من ممرات التدفق الممتدة رأسياً وبوجه عام متباعدة أفقياً لإنتاج سرعة منخفضة بصورة مناسبة لتفريغ الفلز metal على حدى إتساع البكرات rolls ولإطلاق الفلز المنصهر molten metal في الفجوة الضيقة nip بين البكرات rolls بدون إرتطام مباشر على أسطح البكرة roll التي يحدث عندها تصلب أولى. وبصورة بديلة، يمكن أن يكون للفوهة nozzle مخرج شق مستمر فردى لإطلاق غطاء بسرعة منخفضة من المعدن المنصهر molten metal مباشرة في الفجوة الضيقة nip بين البكرات rolls و/ أو يمكن أن تغمس في حوض المعدن المنصهر molten metal pool.

ويحدد الحوض pool عند أطراف البكرات rolls عن طريق زوج من ألواح الغلاف الجانبي ٥٦ الذي يثبت ضد الأطراف المتدرجة ٥٧ للبكرات عندما يكون كاسيت البكرة roll cassette في وضع تشغيلي. وتصنع ألواح الغلاف الجانبي ٥٦ من مادة مقاومة للصهر قوية، مثل نيتريد البورون boron nitride، ولها حواف جانبية ذات حواف من النتوءات البارزة حتي يتواء الإنحناء للأطراف المتدرجة من البكرات rolls. ويمكن تركيب الألواح الجانبية في مثبتات اللوح ٨٢ الذي يكون قابل للحركة بتشغيل زوج من وحدات الإسطوانة الهيدروليكية hydraulic ٨٣ لجعل الألواح الجانبية في إرتباط مع الأطراف المتدرجة لبكرات الصب casting لتكوين أغلفة للحوض المنصهر molten pool من المعدن المتكون على بكرات الصب casting rolls أثناء عملية الصب casting.

وأثناء عملية الصب casting يتم تشغيل صمام الصرف المنزلق ٤٧ للسماح للمعدن المنصهر molten metal أن يتدفق من المسبكة ١٧ إلى الموزع distributor ١٨ ومن خلال فوهة nozzle إنطلاق المعدن metal ١٩ وبذلك تتدفق على بكرات الصب casting rolls. ويوجه الطرف العلوى لشريحة المنتج ٢٠ عن طريق تشغيل جدول إزاري ٩٦ لبكرة قرص ومن ثم لمحطة لف (غير مبينة). وينحدر جدول إزاري ٩٦ عن محور دوراني يركب ٩٧ على إطار أساسي ويمكن أن يدار تجاه بكرة لقرص بواسطة تشغيل وحدة إسطوانية هيدروليكية (غير مبينة) بعد أو ثم تكوين طرف علوي نظيف.

وتبني كاسيت البكرة roll cassette القابل للحركة ١٣ بحيث يمكن إعداد بكرات الصب casting rolls ١٦ والفجوة الضيقة nip بينهم المضبوطة قبل تركيب الكاسيت cassette في موضع في آلية الصب caster. وعلاوة على ذلك عند تركيب الكاسيت cassette فإن زوجين من وحدات إمالة البكرة roll ١١٠، ١١١ المركبين على إطار الماكينة machine الأساسي ١١ يمكن أن يتصلا بسهولة ببكرة roll تستند على كاسيت cassette لاعداد قوى إمالة مقاومة لفصل البكرات rolls.

ويتضمن كاسيت البكرة Roll cassette ١٣ إطار كبير ١٠٢ الذي ينقل البكرات rolls ١٦ والجزء العلوى ١٠٣ من الغلاف المقاوم للصهر لتغليف شريحة الصب caster تحت الفجوة الضيقة nip. وتركب البكرات Rolls ١٦ على دعامات للبكرة roll ١٠٤ التي تنقل طرف البكرة roll المحمولة (غير مبينة) عن طريق تلك البكرات rolls التي تركب للدوران حول محورها الطولي في علاقة متوازية مع بعضها. ويركب زوجين الدعامة للبكرة roll ١٠٤ على إطار كاسيت البكرة roll cassette ١٠٢ بواسطة حمولات خطية ١٠٦ بها يمكن أن تنزلق جانبياً من إطار الكاسيت cassette لاعداد حركة جسمية للبكرات rolls تجاه وبعيداً عن بعضها وبالتالي تسمح بفصل وتقارب الحركة بين البكرتين two rolls المتوازيتين.

وينقل إطار كاسيت البكرة Roll cassette ١٠٤ أيضاً مباعدين قابلين للضبط ١٠٧ موضوعين تحت البكرات rolls حول مستوى رأسي مركزي بين البكرات rolls وموضوعين بين زوجي الدعامات للبكرة roll ١٠٤ بحيث تعمل كتحديد للإيقاف في حركة دعامتي البكرة roll وبذلك يتعرف أدنى إتساع للتجويف الضيق بين البكرات rolls. وكما وضح فيما يلي فإن الوحدات المائلة للبكرات rolls ١١٠، ١١١، تكون قابلة للتشغيل لتحريك البكرة roll الدعامية للداخل ضد تلك الايقافات المركزية ولكن لتسمح بحركة حلزونية للخارج لاحد البكرات rolls ضد قوى الامالة الموجودة.

ويكون كل مباعد متمركز ١٠٧ على هيئة رافعة مدارة لولبياً أو حلزونياً والتي لها جسم ١٠٨ مثبت بالنسبة لمستوى رأسي مركزي من آلية الصب caster وطرفين ١٠٩ يمكن أن يتحركا عند تشغيل الرافعة بصورة مكافئة في إتجاهات مضادة لتسمح

بتمدد وإنكماش الرافعة لضبط إتساع الفجوة الضيقة nip بينما يتم الحفاظ على مسافة متساوية البعد للبكرات rolls من المستوى الرأسي المركزى لآلية الصب caster.

وتزود آلية الصب caster بزوجين من وحدات إمالة البكرة roll ١١٠، ١١١ الموصلة زوج واحد بالدعامات ١٠٤ لكل بكرة roll ١٦. وتعد وحدات إمالة البكرة roll ١١٠ عند جانب واحد من الماكينة في زنبركات إمالة حلزونية ١١٢ لاعداد قوى إمالة على مدعمات بكرة منظورية ١٠٤ بينما وحدات الامالة ١١١ عند الجانب الآخر من الماكينة تتداخل مع مشغلات هيدروليكية ١١٣. ويوضح البناء التفعيلي لوحدات الامالة ١١٠، ١١١ في الأشكال ٨ و ٩. ويكون الترتيب مثلاً لاعداد نموذجية منفصلين من التشغيل. وفي الشكل الأول تقفل وحدات الامالة ١١١ لتثبيت مدعمات البكرة المنظورية ١٠٤ لبكرة وحداة على الايقافات المركزية ١٠٧ والبكرة الأخرى تكون حرة لتتحرك جانبياً ضد عمل زنبركات الامالة ١١٢ للوحدات ١١٠. وفي نموذج بديل من التشغيل فإن وحدات الامالة ١١٠ تقفل لتثبيت المدعمات المنظورية ١٠٤ لبكرة أخرى على الحدود المركزية وتشغل المشغيلات الهيدروليكية ١١٣ لوحدات الامالة ١١١ لاعداد إمالة هيدروليكية محكمة بالتآزر للبكرة المنظورية. وبالنسبة للصب العادى فإنها من الممكن أن تستخدم إمالة زنبركية بسيطة أو إمالة محكمة بالتآزر.

ويوضح البناء التفعيلي لوحدات الامالة ١١٠ في الشكل ٨. وكما تبين في ذلك الشكل، تتضمن وحدة الامالة مبيت برميل للزنبرك ١١٤ موضوع بداخل المبيت الخارجي ١١٥ الذي يثبت باطار آلية الصب الأساسي ١١٦ عن طريق مسامير تثبيت ١١٧.

ويتم تكوين المبيت الزنبركي ١١٤ بمكبس ١١٨ والذي يسير داخل المبيت الخارجي ١١٥. ويمكن إعداد مبيت زنبركي ١١٤ بصورة بديلة في موضع ممتد كما وضح في الشكل ٨ وموضح معاد تحديده عن طريق تدفق المائع الهيدروليكي إلى ومن الاسطوانة ١١٨. ويفضل طرف المبيت الزنبركي ١١٤ رافعة لولبية ١١٩ مشغلة عن طريق موتور مكيف ١٢٠ قابل للتشغيل لاعداد موضع مكبس التفاعل الزنبركي ١٢١ الموصل بالرافعة اللولبية بواسطة ساق ١٣٠. ويعمل الطرف الداخلي للزنبرك على تركيب ساق دفع ١٢٢ والذي يوصل بدعامة البكرة المنظورية ١٠٤ من خلال خلية حمل

(جهاز قياس بعادى للحمل بتأثيراته الكهربية أو الهيدرولية) ١٢٥. يسحب تركيب الرفع مبدئياً للارتباط الثابت بدعامة البكرة عن طريق موصل ١٢٤ الذي يمكن أن يمتد بتشغيل الاسطوانة الهيدروليكية ١٢٣ عندما يراد فصل وحدة الامالة.

وعند توصيل وحدة الامالة ١١٠ بدعامة البكرة المنظورية ١٠٤ المبيت الزنبركي ١١٤ المعد في حالته الممتدة ١٠٤ كما تبين في الشكل ٨ يثبت موضع المبيت الزنبركي والرافعة اللولبية بالنسبة لاطار الماكينة وموضع مكبس التفاعل الزنبركي ١٢١ يمكن أن يعد لضبط إنضغاط الزنبرك ١١٢ ولكي يعمل كسطح متاخم مثبت على ذلك الزنبرك الذي يمكن أن يتفاعل لتطبيق قوة الدفع على تركيب الرفع ١٢٢ ومباشرة على دعامة البكرة المنظورية ١٠٤. ومع هذا الترتيب تكون الحركة النسبية فقط أثناء تشغيل الصب هي حركة لدعامة البكرة ١٠٤ والتركيب الرافع ١٢٢ كوحدة مقابلة للامالة الزنبركية ووفقاً لذلك فإن الزنبرك وخلية الحمل يعرض إلى مصدر واحد فقط من حمولة الاحتكاك ويمكن أن يقاس الحمل الفعلي المستخدم على دعامة البكرة بدقة عالية جداً عن طريق خلية الحمل. وعلاوة على ذلك، ومنذ أن تعمل وحدة الامالة على إمالة دعامة البكرة ١٠٤ للداخل ضد التوقف فإنها يمكن أن تضبط للحمل المسبق لدعامة البكرة بقوة إمالة زنبركية مطلوبة قبل أن يمر المعدن بالفعل بين بكرات الصب وأن قوة الامالة سيتم الحفاظ عليها أثناء تشغيل الصب المتتالي.

ويوضح البناء التفعيلي لوحدات الامالة ١١١ في الشكل ٩ كما تبين في ذلك الشكل يتم تكوين المشغل الهيدروليكي ١١٣ عن طريق تركيب للمبيت الخارجي ١٣١ مثبت بإطار الماكينة بواسطة مسامير كبيرة الرأس للتثبيت ١٣٢ وتركيب لمكبس داخل ١٣٣ والذى يكون جزء من تركيب الدفع ١٣٤ الذي تعمل على دعامة بكرة منظورية ١٠٤ من خلال خلية الحمل ١٣٧.

ويسجب تركيب الدفع مبدئياً إلى إرتباط ثابت مع دعامة البكرة عن طريق موصل ١٣٥ والتي يمكن أن يمدد عن طريق تشغيل مكبس هيدروليكي ووحدة إسطوانة ١٣٦ عند فصل تركيب الدفع من دعامة البكرة. ويمكن تشغيل المشغل الهيدروليكي ١١٣ لتحريك تركيب الدفع ١٣٤ بين الظروف المسحوبة والممتدة وعندما يكون في الحالة

الممتدة لتطبيق الدفع الذي يرسل مباشرة إلى دعامة البكرة المحملة ١٠٤ خلال خلية الحمل ١٣٧. وكما في حالة وحدات الامالة الزنبركية ١١٠، فإن الحركة فقط التي تحدث أثناء الصب تكون حركة لدعامة البكرة وتركيب الرفع مثل وحدة بالنسبة لتعديل وحدة الامالة. ووفقاً لذلك، فإن المشغل الهيدروليكي وخلية الحمل المتطلبة تعمل فقط على مصدر واحد من حمل الاحتكاك ويمكن قياس وضبط قوة الامالة المطبقة بواسطة الوحدة بدقة عالية. وكما في حالة وحدات الامالة المحملة الزنبركية، فإن الامالة للداخل مباشرة لدعامات البكرة على توقف مثبت بجعل الحمل المسبق لدعامات البكرة مع قوى الامالة المقاسة بالضبط قبل بدء الصب.

وبالنسبة للصب العادي فإن وحدات الامالة ١١١ يمكن أن تقفل لتثبيت دعامات البكرة الخاصة على حدود مركزية بسيطة بإستخدام مائع ضغط عالى للمشغلات ١١٣ ويمكن أن تزود الزنبركات ١١٢ لوحدات الامالة ١١٠ قوى الامالة بالضرورة على أحد البكرات. وبصورة بديلة، إذا تم إستخدام وحدات الامالة ١١١ لاعداد قوى الامالة المحكمة بالمؤازرة، تقفل الوحدات ١١٠ عن طريق ضبط مواضع مكابس التفاعل الزنبركية ١٢١ لزيادة القوى الزنبركية لمستوى جيد في زيادة قوى إمالة البكرة المطلوبة للصب العادي. والناقلات الزنبركية ثم المثبتة للبكرة الخاصة بصورة ثابتة على الحدود المركزية أثناء الصب العادي ولكن إعداد تحرر طارئ للبكرة إذا حدثت قوى فصل للبكرة بدرجة كبيرة.

ويدعم إطار كاسيت البكرة ١٠٢ على أربع عجلات ١٤١ بها يمكن الحركة لجعلها داخل وخارج الوضع التشغيلي في آلية الصب. وعند الوصول للوضع التشغيلي فإن الاطار ككل يترك عن طريق تشغيل ونش ١٤٣ المتضمن على وحدات إسطوانة الهيدروليكية ١٤٤ والموضوع بعد ذلك مركزياً في الماكينة.

ووفقاً لهذا الإختراع يتم إعداد المباعدات أو الحدود المتمركزة ١٠٧ قبل تشغيل الصب بحيث أنه عند تشغيل الثغرة عند الفجوة الضيقة بين بكرات الصب ١٦ يكون أقل بكثير من السمك عند تلك الشريحة المراد صبها. وعند صب شريحة فولاذ رقيقة، تعرض بكرات الصب إلى فولاذ منصهر عند درجات حرارة في زيادة حوالي ١٢٠٠°م وبالتالي يعتريها تمدد حرارى كبير أو بروز تحت ظروف الصب. ووفقاً لذلك تشتمل بالماكينة

برأس سلبية تماماً لكي تتمدد إلى شكل إسطواني متوازي بوجه عام تحت ظروف الصب. ويجب أن يسمح بهذه الرأس السلبية عند وجود ثغرة أولية بين البكرات.

شكل ١٠ يوضح نمطين لبكرة متطابقية، كلاهما يبين رأس سلبية بحيث أن الأجزاء الطرفية للبكرات لها نصف قطر حوالي ٤٥٠ ميكرون أو ٠,٤ جم أكبر من نصف قطر السطح الطرفي عند نقطة متوسطة من البكرة. ويكون الرأس بصورة مطابقة ٠,٤ مم ± ٠,٣ مم لمعدل عرض إتساعات شريحة ممكنة وأقطار البكرة. ويمكن أن يكون قطر البكرة ٥٠٠ مم لإنتاج عرض شريحة ١٣٠٠ مم. وتحدد الرأس فقط عند أطراف البكرات وتقارن بدرجة كبيرة نسبياً مع سمك شريحة قدرها ٠,٥ إلى ٥ مم.

ويوضح شكل ١١ بيانياً الحالة الأولية لثغرة البكرة مع البكرات في حالة باردة ووفقاً لذلك بها رأس سلبية c. وتكون الثغرة الأولية عند مركز البكرات $d0=2c + g0$ حيث c تمثل رأس نصف قطرية لكل بكرة و g0 تمثل ثغرة على حافة البكرة. وتوضع الثغرة على حافة البكرة g0 بين أقل قيمة والتي تضمن أن البكرات لم تتلامس عرضياً أو غير منتظم وأن أقصى قيمة والتي تضمن أن المعدن المنصهر لا يستطيع أن يسقط بحرية من خلال الثغرة الأكبر d0 عند أجزاء المركز للبكرات التي قد تمنع التقارب المناسب للفجوة الضيقة وكذلك ملئ محكم لحوض الصب. وقد وجد أنه لتحقيق سهولة التشغيل ومعدل تعبئة الحوض بصورة قرضية g0 سيفضل أن يتراوح بين ٠,٥ مم و ١,٤ مم لكي تتراوح شريحة الصب من ٠,٢ إلى ٥ مم سمك.

وعند التشغيل تدار البكرات قبل الصب ويصب المعدن المنصهر بعد ذلك في فجوة ضيقة بين البكرات لانشاء حوض للصب ولتكوين شريحة. كما أن أغلفة المعدن المتصلب يتكون على بكرتين وذلك يجعلها سوياً عند الفجوة الضيقة لإنتاج شريحة الصب.

ويعتمد معدل تصلب المعدن المنصهر على المعدل الذي عنده يتم إستخلاص الحرارة من خلال أسطح بكرة الصب التي بالتتابع تعتمد على نظام الصب الداخلي للبكرة، تدفق ماء التبريد، بنية أسطح الصب وسرعة البكرات. ويمكن التحكم في سرعة البكرات أثناء طور التشغيل لكي يسمح بسرعة إنشاء المعدن المنصهر في حوض الصب،

ولكن أيضاً وفقاً لهذا الإختراع يعمل على إنتاج سمك شريحة والذي يكون أكبر من حالة الثغرة الأولية بين البكرات. كما أن البكرة المائلة (إما تحت إمالة زنبركية أو إمالة هيدروليكية معتمدة على نظام تشغيل الجهاز) ثم تتحرك جانبياً تحت تأثير وحدات الامالة مناسبة (١١٠ أو ١١١) لتهيئة تكوين الشريحة عند سمك تتزايد.

وبسبب أن وضع الثغرة الأولية ضيق جداً مقارنة بمعدل إنطلاق المعدن المنصهر إلى الفجوة الضيقة ومعدل التصلب المطلوب لإنتاج شريحة أسمك، فإن الحمض يمتلئ بسرعة وتتقارب الثغرة بسرعة عن طريق المعدن المتصلب حتي يسمح بتماسك الشريحة المراد إنشاؤها فوراً وبدون فقط كبير للمعدن وبدون عيوب بالشريحة بدرجة كبيرة. وأثناء طور التشغيل فإن أسطح الصب للبكرات تتزايد في درجة الحرارة بحيث يتغير الشكل لإنشاء حالة حرارية نهائية، والتي تكون مسطحة بوجه عام، كما تبين في الشكل ١٢. وهذا يمكن أن يأخذ ترتيب ٤٥ ثانية وتأثيرات كبيرة للثغرة بين البكرات. وعلى أية حال، فإن السمك النهائي للشريحة ووفقاً لذلك الثغرة بين البكرات سوف يتم تحديده بواسطة السرعة التي عندها تدار البكرات، البكرة المتحركة التي تكون حركة للحركة ضد قوى الامالة المطبقة لتهيئة سمك الشريحة المنتجة. ووفقاً لذلك، يمكن تغيير سرعة البكرة أثناء إجراء التشغيل للسماح بملئ الحوض ولانشاء سمك مطلوب من شريحة الصب. وعلى وجه الخصوص، يتم التحكم في سرعة دوران البكرات كما يلي:

معادلة ١ $VO\ do < \alpha\ (VpD + \Delta\ (Q))$

معادلة ٢ $\alpha > ١,٠$

حيث

α عامل

Vp سرعة الانتاج المستهدفة

D سمك الانتاج المستهدفة أو ثغرة مركز البكرة

$\Delta\ (Q)$ زيادة تزايدية للصب من التيار العلوى لمساعدة ملئ الحوض الأولى.

ويكون المعنى الفيزيائي لهاتان المعادلتان ١، ٢: لو أن α= ١ و $VO\ d0 = \alpha$ $(VpD + \Delta\ (Q))$، وبعد ذلك يمكن أن يبدأ المنصهر في ملئ الحوض بالكاد، بسبب أن

فوهات الموزع والمستوى يتواء ماء لإنتاج معدل تدفق. ووفقاً لذلك، فإن تزايد معدل التدفق تزايدياً Δ (Q) لا يمكن أن يمنع إنخفاض وبدرجة كبيرة خلال الثغرة.

وإذا كان α= ٢ و VO do < (VpD + Δ (Q))، ثم يملأ الحوض بسرعة مثلاً في خلال ٥ ثواني، بالاعتماد على البارامترات الأخرى.

وذلك الحوض، يسد بالصهر بدون إستخدام قضيب مائل عند التشغيل.

وتكون قيمة Vp، D إنكسارية للتصلب الفعلي عند سرعة Vp والسمك المحقق D عند مستوى الحوض المستهدف بالكامل، وبالتالي فإن قيمة α العالية بدرجة كبيرة تضمن ملئ أو إنسداد الفجوة الضيقة للبكرة بصورة أولية عن طريق الصهر ومن ثم عن طريق الغلاف المتصلب حتي تحت مستوى الحوض المستهدف بالكامل، عند إتباع حالة المعادلة ١، ٢.

وعلى نحو مفضل، تكون قيمة α ٢ ± ٠,٥.

وبمجرد إنشاء الحوض لصناعة إتساع كامل لشريحة إلى سمك يقترب من do ويمكن أن تكون الرأس الحرارية للبكرة للتطوير ثغرة مسطحة في خلال حوالي ٣٠ ثانية، كما تبين في شكل ١٢. وهذا يتسبب في تمدد نصف قطرى للبكرات لتضييق الثغرة، لذا تبدأ الأغلفة المتصلبة في دفع البكرات المائلة للخلف قبل إمتلاء الحوض تماماً.

وفي آلية الصب ذات البكرة المزدوجة المحددة المشغلة صهرياً وفقاً لهذا الإختراع تم تطبيق الظروف التالية:

قطر بكرة الصب	٥٠٠ مم
سرعة بكرة الصب	١٥ مم/ دقيقة
تدفق الحرارة	١٤,٥ ميجاوات/ م٢
سمك الشريحة	١,٦- ١,٥٥ مم
ثغرة البكرة عن المركز	١,٣ مم
رأس البكرة	٠,٢٥ مم (سالب)
ثغرة البكرة عند الحواف	٠,٨ مم

وتحت الظروف السابقة، فإنها تستغرق بوجه عام حوالي ٥ ثواني لصب الحوض المراد تكوينه وشريحة متماسكة المراد إنشاءها.

عناصر الحماية

١ ١- طريقة لصب شريحة معدنية casting metal متضمنة تجميع زوج من بكرات الصب
٢ casting rolls الأولي والثانية في علاقة متوازية لتكوين فجوة ضيقة nip بينهما مع أحد
٣ البكرات rolls على الأقل القابلة للحركة جانبياً بالنسبة لبكرة roll أخرى، وكذلك صب
٤ casting معدن metal منصهر لتكوين حوض للصب casting pool من معدن منصهر
٥ molten metal مدعم على أسطح طرفية من بكرات الصب casting الأولى والثانية فوق
٦ الفجوة الضيقة nip بدون قضيب bar مائل وكذلك صب شريحة cast strip من معدن
٧ منصهر molten metal في حوض الصب casting pool منطلق لأسفل من الفجوة الضيقة
٨ nip، وفيه عند بدء عملية الصب casting وقبل تكوين حوض الصب casting pool تعد
٩ فجوة gap أولية عند فجوة ضيقة nip بين بكرات الصب casting rolls الأولى والثانية،
١٠ الفجوة gap الأولية التي تكون أقل من السمك المطلوب للشريحة المراد صبها بإستمرار،
١١ وبالتتابع لتكوين حوض الصب casting pool تزداد الفجوة gap في عملية صب casting
١٢ الشريحة ذات السمك المطلوب، متميزة بالمراحل التالية: عند بدء الصب casting، فإن
١٣ إمالة بكرة الصب casting roll الأولى المذكورة جانبياً بإستمرار تجاه بكرة الصب roll
١٤ casting الثانية وبكرات الصب casting rolls الأولى والثانية المتضادة الدوران عند
١٥ سرعة ما تجمد أغلفة المعدن metal على أسطح طرفية لكل بكرات الصب casting rolls
١٦ ويرحل تجاه الفجوة الضيقة nip للإنتاج فوراً عند بدء عملية الصب casting لشريحة ذات
١٧ سمك أكبر من الفجوة gap الأولية المعدة بين بكرات الصب casting rolls الأولى
١٨ والثانية، والسماح لبكرة الصب casting roll الأولى أن تتحرك جانبياً بعيداً عن بكرة
١٩ الصب casting roll الثانية مقابل الامالة المستمرة لزيادة الفجوة عند فجوة ضيقة nip بين
٢٠ البكرات rolls وذلك لإعداد سمك شريحة صب casting أولية قادرة على صب casting
٢١ مستمر لشريحة عند السمك المطلوب المذكور.

٢- طريقة كما ذكر في العنصر ١، وفيها تحدب الأسطح الطرفية للبكرات rolls بصورة سلبية عند البرودة بواسطة ذلك المتكون عند أجزائها المتوسطة إلى قطر يكون أقل من قطر الأجزاء الطرفية لتلك الأسطح، الفجوة الأولية initial gap التي تعد بحيث أن الأجزاء الطرفية للأسطح الطرفية للبكرات rolls تتباعد بما لا يزيد عن ١,٥ مم.

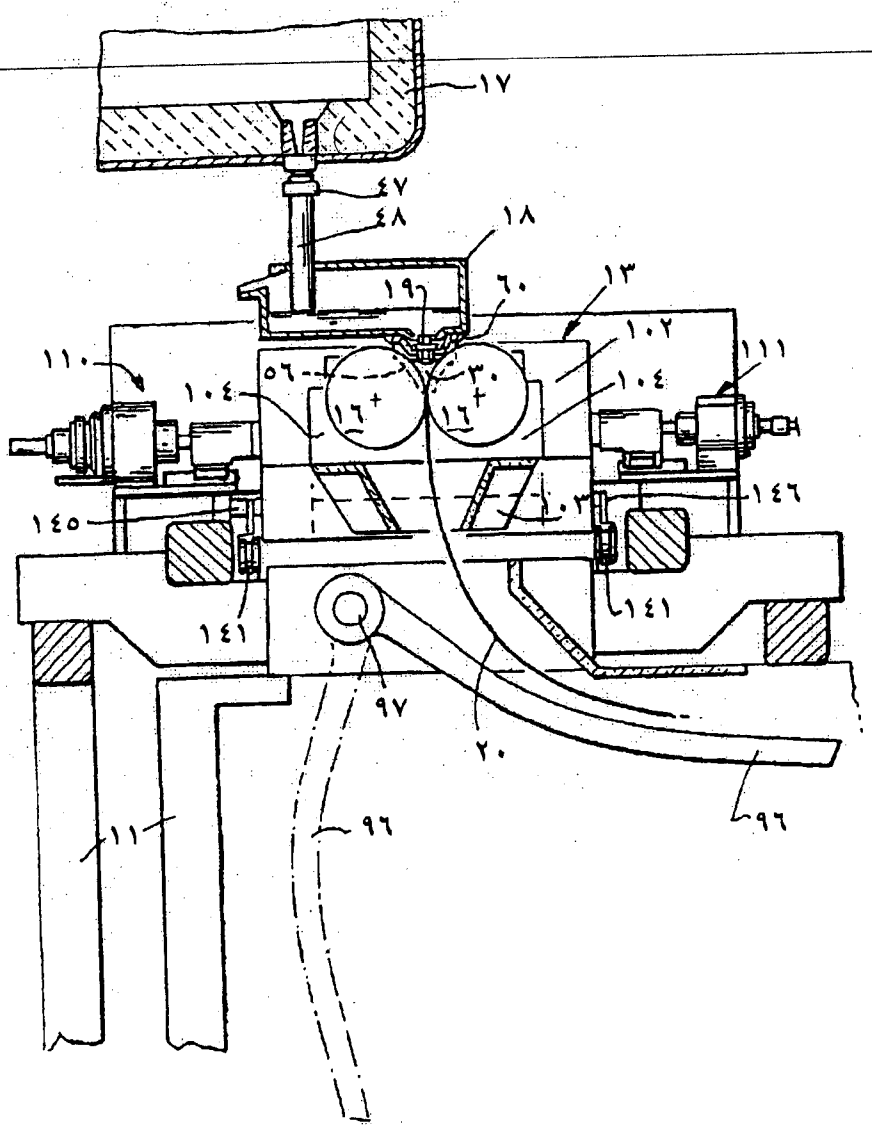
٣- طريقة كما ذكر في العنصر ٢، فيها التباعد بين الأجزاء الطرفية للبكرات rolls تتراوح بين ٠,٥ إلى ١,٤ مم.

٤- طريقة كما ذكر في العنصر ٢ أو ٣، وفيها نصف القطر للرأس السالبة لكل البكرات rolls يتراوح في المعدل من ٠,١ إلى ١,٥ مم.

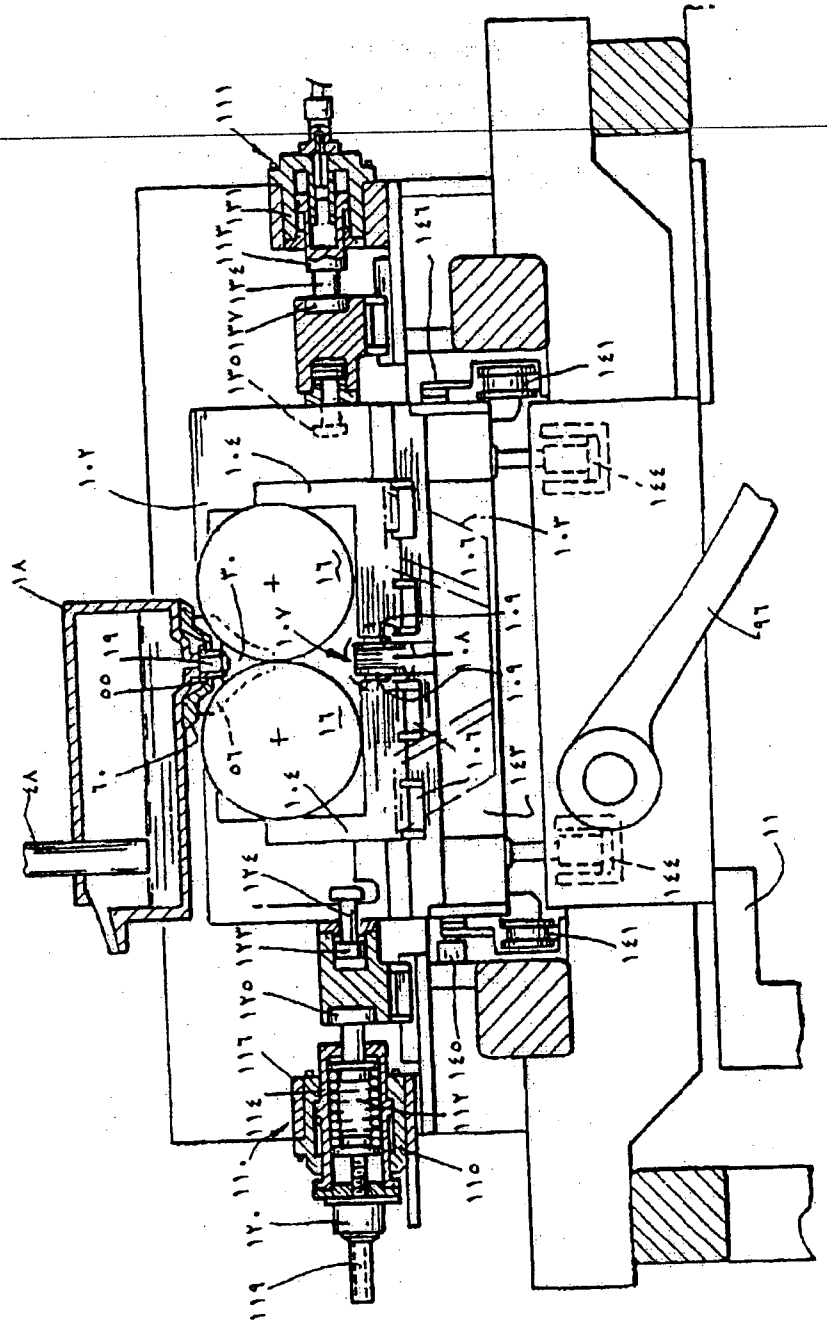
٥- طريقة كما ذكر في أي من العناصر السابقة، وفيها تثبت البكرة roll الثانية المذكورة ضد الحركة الجسمية الجانبية، وتركب البكرة roll الأولى المذكورة على زوج من ناقلات بكرة roll قابلة للحركة والتي تسمح للبكرة roll الأولى المذكورة بحركة جسمية جانبية للبكرة roll الثانية وتمال البكرة roll الأولى المذكورة بإستمرار جانبياً تجاه البكرة roll الثانية بواسطة تطبيق قوى الامالة لناقلات البكرة القابلة للحركة.

٦- طريقة كما ذكرت في أي من العناصر السابقة، وفيها الفجوة الأولية بين البكرات rolls يتم إعدادها بوضع وسائل إيقاف لتحديد الحركة الجسمية للبكرة roll الأولى المذكورة تجاه البكرة roll الثانية.

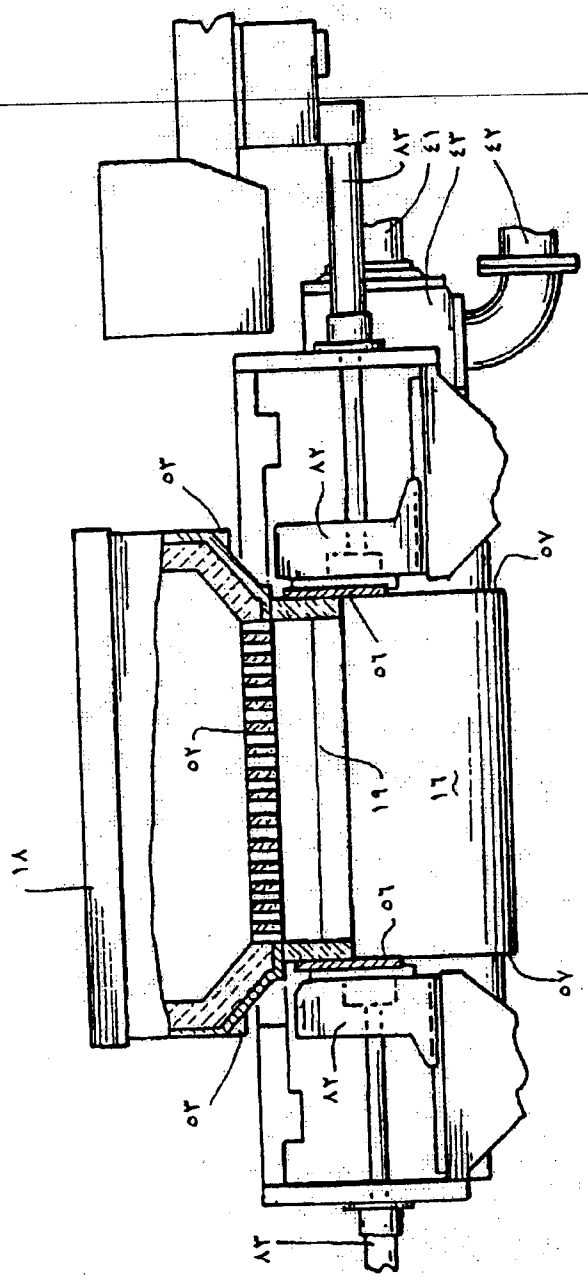
٧- طريقة كما ذكر في العنصر ٥ و ٦، وفيها وسائل الايقاف تمثل وقف والذي يعد لكي يربط بأحد أو كل ناقلات البكرة roll القابلة للحركة.


١٧
٤٧
٤٨
١٨
١٩
٦٠
١٣
١٠٢
١١١
١١٠
٥٦
٣٠
١٠٤
١٠٤
١٦
١٦
١٤٦
١٠٣
١٤٥
١٤١
١٤١
٩٧
٢٠
٩٦
٩٦
١١

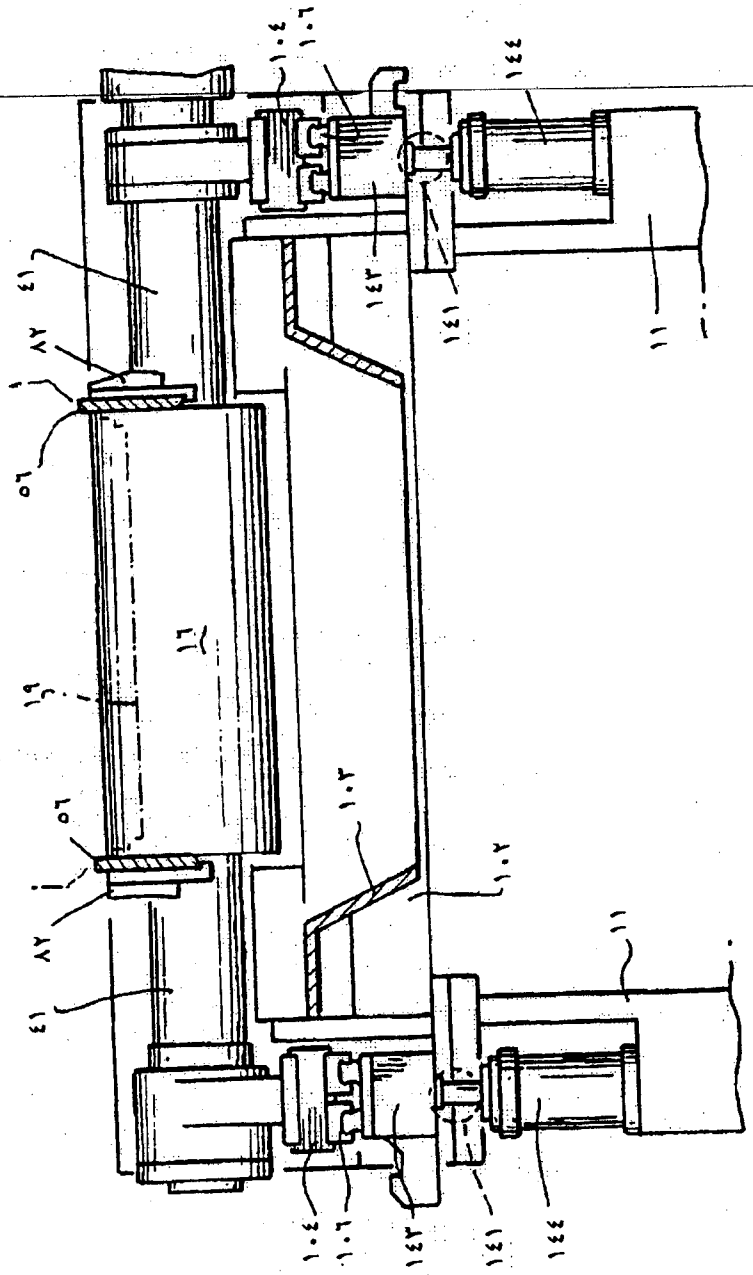
شكل ١


۱۱۱
۱۳۱
۱۱۳
۱۳۴
۱۳۷
۱۳۵
۱۴۶
۱۴۱
۱۰۴
۱۰۲
۱۴۴
۱۰۳
۱۰۶
۱۸
۳۰
۱۶
۱۰۷
۱۰۹
۱۰۸
۹۶
۱۹
۵۵
۱۰۹
۱۰۶
۶۰
۵۶
۱۰۴
۱۴۳
۱۱
۱۴۴
۱۲۴
۱۴۱
۱۲۳
۱۲۵
۱۱۶
۱۴۵
۱۱۴
۱۱۲
۱۱۰
۱۱۵
۱۲۰
۱۱۹

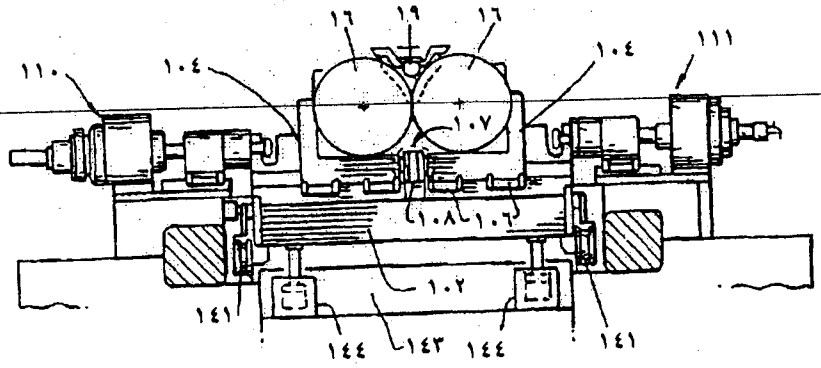
شکل ۲



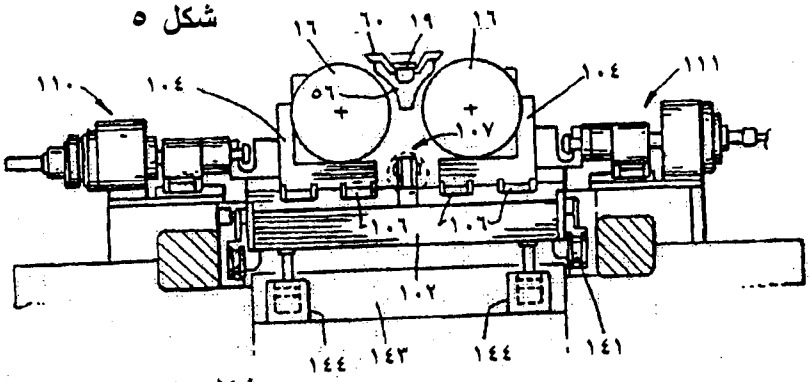
شکل ۳


١٠٤
١٠٦
١٤٤
٤١
١٤٣
١٤١
١١
٨٢
٥٦
١٦
١٩
١٠٢
٥٦
٨٢
٤١
١١
١٠٤
١٠٦
١٤٣
١٤١
١٤٤

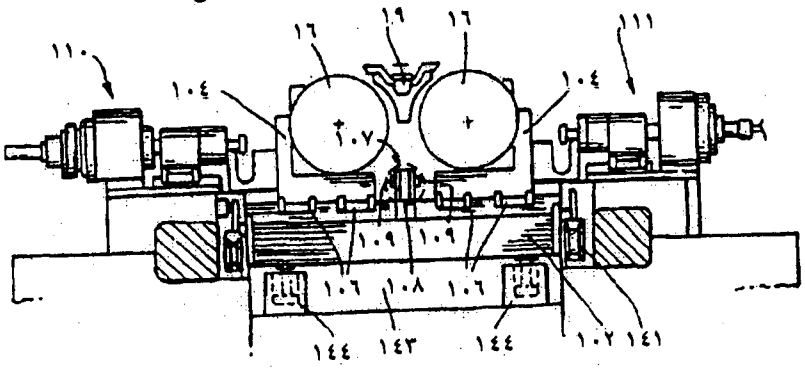
شكل ٤



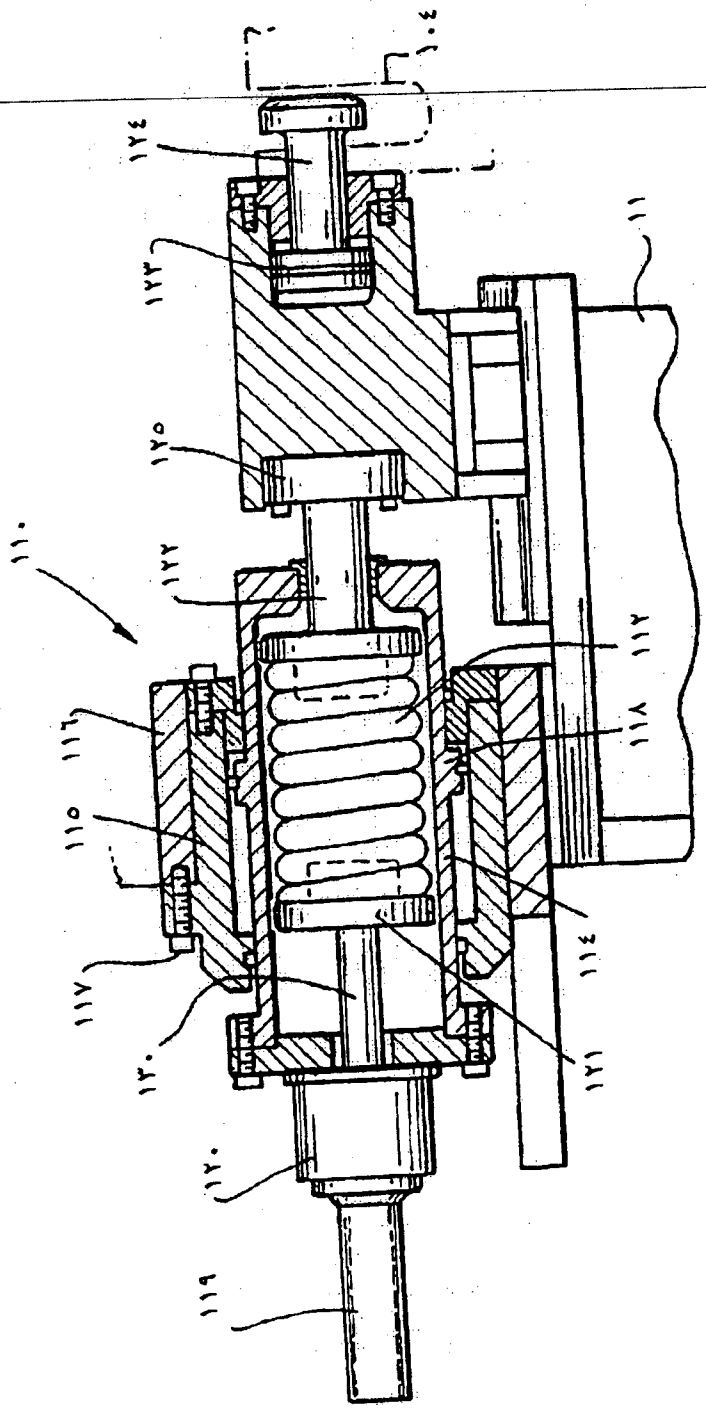
شكل ٥



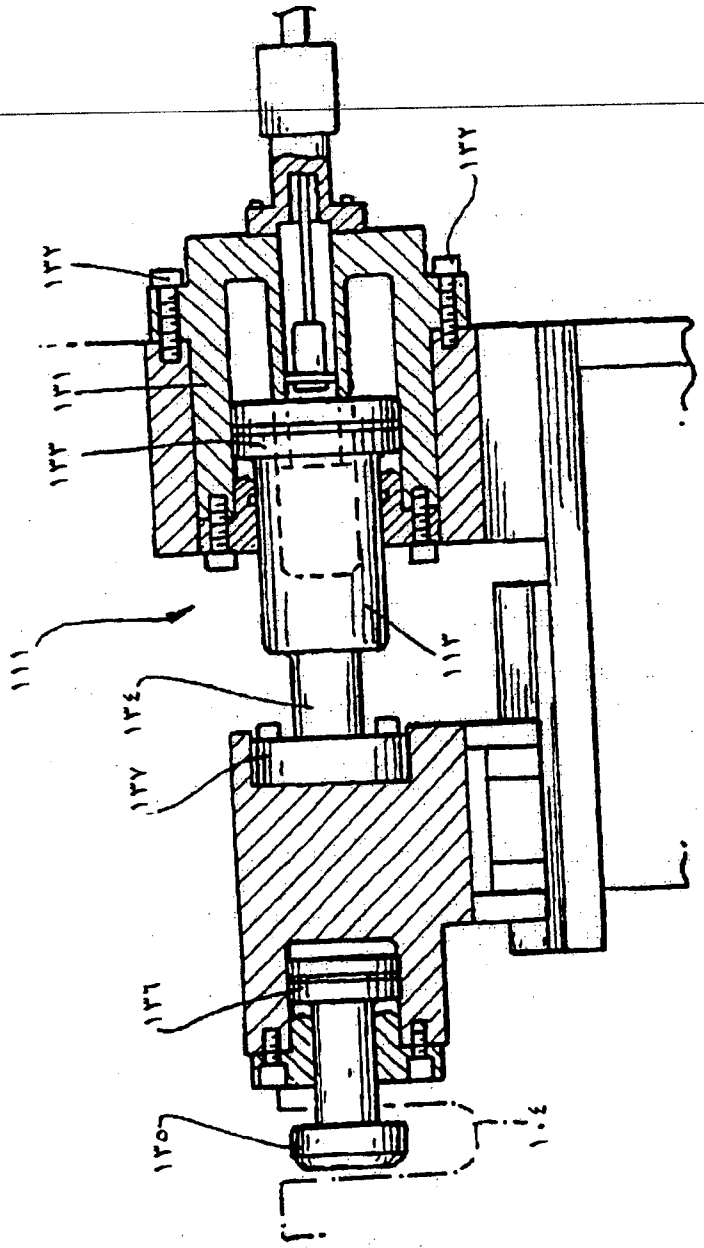
شكل ٦



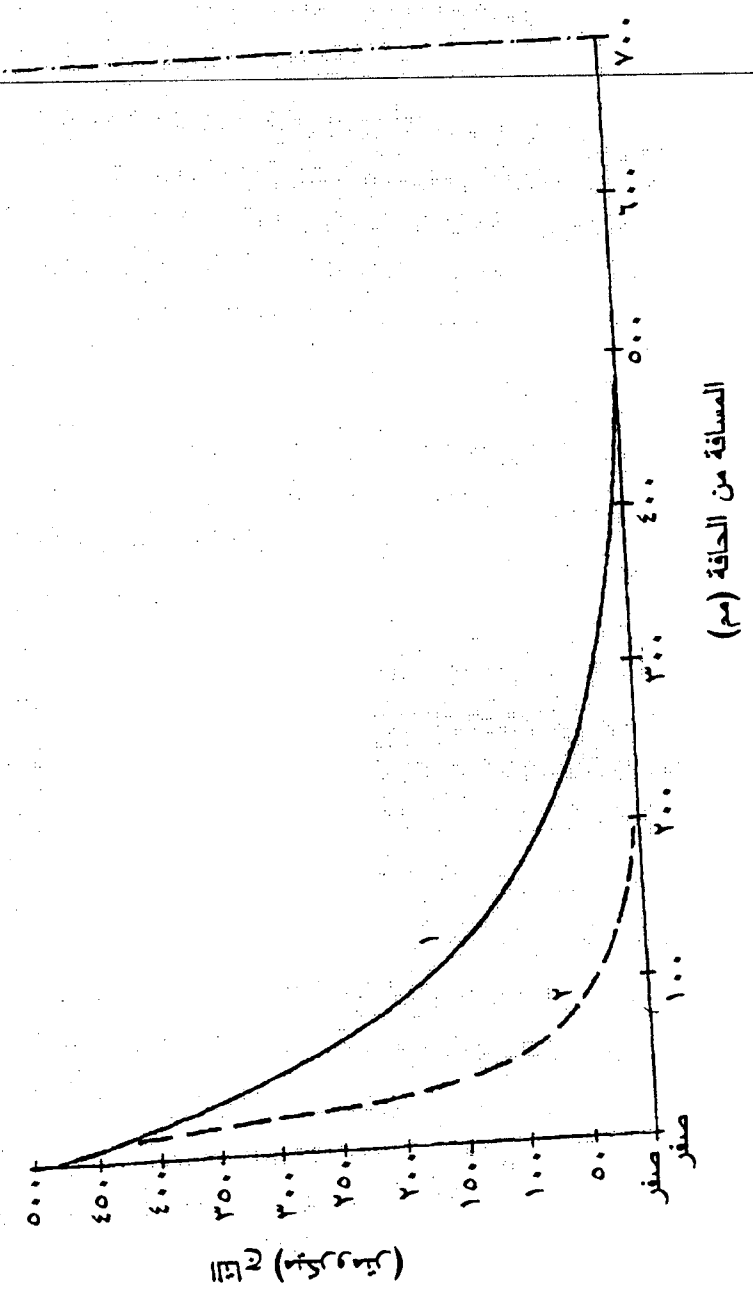
شكل ٧


١٠٤
١٠٦
١٢٤
١٢٣
١١
١٢٥
١١٠
١٢٢
١١٢
١١٦
١١٨
١١٥
١١٤
١١٧
١٢١
١٣٠
١٢٠
١١٩

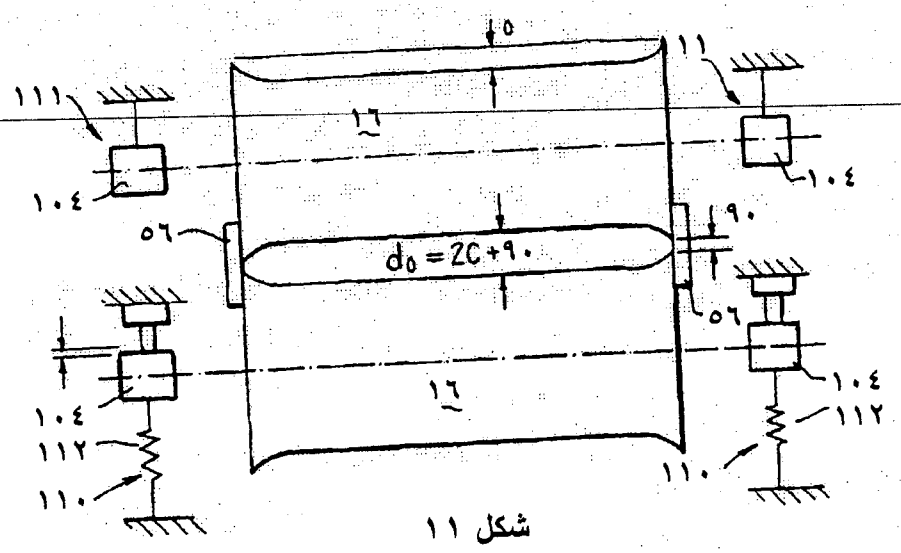
شكل ٨



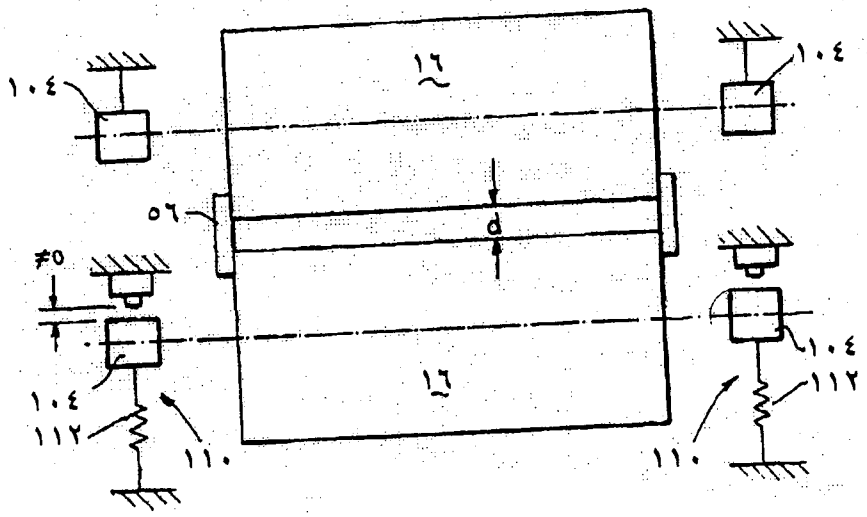
شكل ٩


المسافة من الحافة (مم)
صفر
١٠٠
٢٠٠
٣٠٠
٤٠٠
٥٠٠
٦٠٠
٧٠٠
صفر
٥٠
١٠٠
١٥٠
٢٠٠
٢٥٠
٣٠٠
٣٥٠
٤٠٠
٤٥٠
٥٠٠
١
٢

شكل ١٠



شكل ١١



شكل ١٢