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

[11] رقم البراءة: ١٣
[45] تاريخ المنح: ١٤١٩/١١/٢٧ هـ
الموافـــق: ١٩٩٩/٠٣/١٥م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** ريموند مايكل ووكر، و دونـــالد بـــول اكور، و روبرت والتر بومجارتين، ورالف بروملـــي بوجارد.

[73] **مالك البراءة:** يوناتيد تكنولوجيز كوربوريشن.
عنوانه: هارتفورد – كونيكتكوت ٠٦١٠١ الولايـــات المتحدة الأمريكية.

[74] **الوكيل:** سليمان إبراهيم العمار

[21] **رقم الطلب:** ٨٩١٠٠٠٥٢

[22] **تاريخ الإيداع:** ١٤١٠/٠٥/١٨ هـ.
الموافق: ١٩٨٩/١٢/١٦ م.

[24] **بداية سريان حقوق الملكية الفكرية:**
١٤١٩/١١/٢٧ هـ الموافق: ١٩٩٩/٠٣/١٥ م

[30] **بيانات الأسبقية:**
١٩٨٩/١٠/١٧م أمريكا [US] ٤٨٤٣٧٥١

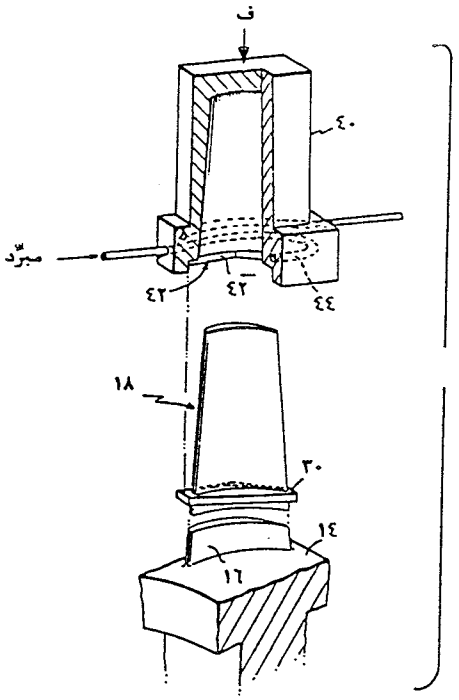
[51] **التصنيف الدولي[6]:**
Int. Cl.[6]: B23P 15/02 - B23K 20/00 -B21K 3/04

[56] **المراجع:**
براءة أمريكية ٤٧٣٦٥٠٤ ١٩٨٨/٠٤/١٢م

[54] **اسم الاختراع: تصنيع أو صيانـــة آلـــة دوارة متكاملة الأنصال (الريش).**

[57] **الملخص:** يتعلق هذا الاختراع بتطوير تقنيـــات خاصة بتصنيـــع وصيانـــة الآلات الـــدوارة متكاملة الأنصال (تكون مع أنصالها وحـــدة واحدة) وذلك بربط نصل (ريشة) جديـــد أو بديل مع محور أبتر بارز. وللنصل الجديـــد طوق تنتقل خلاله قوى الربط. وبعد الربـــط بالتسخين والضغط تجرى عمليات الخـــرط النهائي والمعالجة الحرارية.

٣ عناصر حماية ، ٤ أشكال



شـــكل ٣

٢

تصنيع أو صيانة ألة دوّارة متكاملة الأنصال (الرِّيش)

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق هذا الاختراع بمجال تصنيع وصيانة الآلات الدوّارة متكاملة الأنصال (الآلات الدوّارة التي تكوِّن مع أنصالها وحدة واحدة) . كما يتعلق ايضاً بربط السبائك الممتازة عن طريق نشر المادة الصلبة (Solid State diffusion bonding) .

تستخدم محركات التوربين الغازية على نطاق واسع ، وتستخدم مولدات الطاقة جيدة التطوير بصفة أساسية في دفع الطائرات . يشمل تشغيل محرك التوربين الغازي بشكل عام ضغط الهواء الى مستوى ضغط عالي ودرجة حرارة مرتفعة في ضاغط ، ثم حقن وحرق الوقود مختلطاً بالهواء المضغوط ، ثم جعل نواتج الاحتراق تتمدد خلال قطاع توربين يستخلص كمية كبيرة من الطاقة المتواجدة في نواتج الاحتراق ، يمد قطاع التوربين قطاع الضاغط بالطاقة ، كما يقوم في بعض الاحيان بتوفير طاقة حركية تستخدم خارجياً .

يكون كل من قطاع الضاغط وقطاع التوربين في محركات التوربين الغازية الضخمة ذا تصميم محوري الدفق ويشتمل كل طور فيه على قرص ذي مجموعة من الأسطح الانسيابية التي تثبت على حافته ، يكون كل من القرص والأنصال في وضع متحرك ويكون القرص مثبتاً فوق عمود دوّار ، وتتعرض مجموعات القرص والأنصال الى ظروف بالغة القسوة .

وبنظرة تاريخية ، نجد أن مجموعات القرص والأنصال كانت تصنع بتجميع أجزاء منفصلة ، ويتم وصل الأنصال (الريش) مع القرص بالربط الميكانيكي . بالرغم من أن تلك الطريقة تمتاز بامكانية اختلاف المادة المكونة للقرص ، عن مادة الأنصال ، الاّ أنها

تضيف ، في الواقع ، ثقلاً الى وزن المجموعة مقارنة بالتجميعة الواحدة للآلة الدوّارة متكاملة الأنصال (الريش) .

وقد أدت الزيادات في متطلبات تشغيل محركات التوربين الغازية ، وخاصة محركات التوربين الغازية الحربية ، الى تقديم آلات دوّارة متكاملة الأنصال تكوّن أنصالها جزءا متكاملا مع الآلة الدوّارة كما تكون مشكلة بحيث تكون وحدة متكاملة مع القرص أو يتم ربطها معه بالتطريق المعدني (metallurgical bonding) . ويؤدي ذلك الى تخفيض الوزن مما يساعد على التغلب على العيب الناجم عن التقنية السابقة التي كانت تعتمد على ربط الاجزاء مع بعضها ميكانيكياً والحصول على مجموعة ثقيلة الوزن .

من الممكن ان تشتمل مجموعة نموذجية من القرص والأنصال على قرص واحد يتصل به مائه من الأنصال . وقد كان من السهل والبديهي نسبياً استبدال النصل التالف بآخر مماثل جديد في مجموعة القرص والأنصال التي كانت تصنع طبقاً للتقنيات السابقة التي تستخدم فيها طرق الربط الميكانيكي . ومن الواضح انه وبالنسبه للأجهزة الجديدة الدوّارة متكاملة الأنصال ، فان مثل تلك الاستبدالات تعتبر عمليات غير سهله على الاطلاق . ففي قطاعي الضاغط والتوربين في محركات التوربين الغازية ، يتم تشغيل الأنصال والاقراص عند الحدود القصوى لقدراتها الاجهادية والحرارية . يعني ذلك ان اي تقنية للصيانة يجب ان تنتج بدائل لها نفس قوة المعدن الاصلي الذي يتكون عادة من مادة النصل ذاتها ، كما يجب استيفاء المطالب الاخرى التي تخص مقاومة الاجهاد والتمزق وما شابه ذلك .

وتبدو الحاجة الى الصيانة أثناء فترة الاستخدام وخلال التصنيع الاولي لمجموعة القرص والأنصال . ومن الواضح ان حدوث تلفيات أثناء الاستخدام ينتج من مصادر مختلفة ، كما أنه خلال فترة التصنيع تكون نسبة التلفيات قليلة حيث يلاحظ عيبا في نصل واحد أو أكثر من كل مئة من الأنصال التي يتم تجميعها على قرص واحد .

كما ان هناك ايضاً حاجة الى طريقة تصنيع لآلات دوّارة متكاملة الأنصال بواسطة ربط كل نصل من الأنصال منفردا فوق القرص . وبالتالي ، فان احد اهداف هذا الاختراع هو وصف طريقة لصيانة الآلات الدوّارة متكاملة الأنصال ، ولهذا الاختراع هدف اخر يتمثل في وصف تقنية يمكن استخدامها في تصنيع آلات دوّارة متكاملة الأنصال .

وصف عام للاختراع

وفقاً للجانب الاكبر من هذا الاختراع ينتزع النصل التالف بالخرط حيث يترك محور أبتر بارز فوق حافة القرص . ويتم توفير نصل بديل بالمقاييس المطلوبة . يكون للنصل البديل ايضاً طوق محيطي مجاور لجزء النصل المراد ربطه مع المحور الأبتر البارز .

تجرى عملية الصيانة تحت ظروف من التفريغ الهوائي العالي . يوضع النصل البديل بالقرب من المحور الأبتر البارز ثم تستعمل قوة ميكانيكية لضغط نهايتي النصل والمحور الأبتر البارز معا ليتم التصاقهما . يتم تطبيق قوة على النصل بواسطة أداة تؤثر على الطوق البارز . أثناء تطبيق القوة بين النصل والمحور الأبتر البارز يتم تسخين موضع الاتصال الى درجة حرارة مرتفعة نسبيا باحدى الطرق التي تشمل كل من التسخين بالمقاومة (rsistance) والتسخين بالحث (induction) والتسخين بالاشعاع (radiant) والتسخين بشعاع من الالكترونات (electron beam) . يفضل استخدام التسخين بالمقاومة لاسباب عملية واقتصادية . يتم ضبط درجة حرارة الربط والقوة بحيث نحصل على ربط بالتطريق المعدني (metallurgical bond) بين النصل والمحور الأبتر البارز . في نهاية عملية الربط يخرط الطوق بعيدا عن النصل كما تخرط أية مواد تخرج من وصلة الربط خلال عملية الربط .

ويمكن استخدام عملية التجديد هذه لانتاج آلات دوّارة متكاملة الأنصال منذ البداية .

شرح مختصر للرسومات

سوف تتضح مواصفات ومميزات هذا الاختراع بصورة أفضل من خلال الوصف والرسومات التوضيحية المرفقة كالتالي :

شكل (١) : يوضح آلة دوّارة متكاملة الأنصال بها نصل تالف .

شكل (٢) : يوضح منظرا مكبرا للنصل التالف .

شكل (٣) : يوضح منظرا للاجزاء المنفصلة للجهاز المتعلق بالاختراع الخاص بصيانة النصل .

شكل (٤ أ) و (٤ ب) : صورتان فوتوغرافيتان مجهريتان توضحان تركيبات مجهرية متعلقة بالعملية موضوع الاختراع .

الوصف التفصيلي

سيتم وصف الاختراع بالرجوع الى الاشكال والتي توضح بالتحديد طريقة الصيانة طبقاً لهذا الاختراع . يبين شكل (١) آلة دوّارة متكاملة الأنصال بها نصل تالف (١) . اما شكل (٢) فهو عبارة عن منظر مجزأ لقسم من شكل (١) يشمل النصل التالف (١) . ويبين الخط الوهمي (١٠) في شكل (٢) وصلة الربط المطلوب احداثه . ويتم اختيار وصلة الربط البديلة بحيث تبعد مسافة كافية عن المنطقة التالفة (١٢) على ان تكون في نفس الوقت ، قريبة من سطح القرص (١٤) لكي توفر محوراً أبتر بارز (١٦) ويتراوح الارتفاع النموذجي له من ٢٣ر٠ سم الى ٤٦ر٠ سم . يتم نزع الجزء التالف من النصل بأية تقنية تقليدية مثل الخرط الميكانيكي أو الخرط بتفريغ الشحنة الكهربية باستخدام الاسلاك (wire ED Ming) أو ما شابه ذلك . شكل (٣) عباره عن منظر يظهر الاجزاء منفصلة حيث يوضح المحور الأبتر البارز (١٦) والنصل البديل (١٨) ومعدّة تثبيت النصل (٤٠) . أهم معالم النصل البديل (١٨) هي تطابق مقطعة العرضي مع المقطع العرضي للنصل التالف (١) وتقارب طوقه (٣٠) الموجود حول محيطه نسبياً مع

الربطه المراد القيام بها . والمقطع العرضي للنصل البديل (١٨) عند موضع الربط هو صورة طبق الاصل من المقطع العرضي للمحور الأبتر البارز (١٦) . وفي اماكن الانتاج تتوافر ، بلا شك ، العديد من الأنصال الاستبدالية ذات مقاسات عيارية متباينة يتم الاختيار منها لتلائم مختلف متطلبات الصيانة .

ويحث شكل وموضع الطوق (٣٠) على انتظام الحرارة وانتظام التشكيل . يسمح الطوق (٣٠) الذي من المفضل ان يكون متميزاً بمعالم مسطحة ومستقيمة ، والذي يعمل بمصاحبة معدّة تثبيت النصل (٤٠) ، بتلامس كهربي منتظم (ويعتبر ذلك ضرورياً في حالة التسخين بالمقاومة الكهربية) بين المعدّة (٤٠) والنصل (١٨) نظرا لسهولة التثبيت بسطح الطوق المسطح والمستقيم على العكس من محاولة التلامس الكهربي المنتظم عبر سطح انسيابي متعرج معقد . ويضمن ذلك انسياباً منتظماً للتيار الكهربائي عبر منطقة الربط على امتداد كامل عرض السطح الانسيابي (من الحافة القائدة الى الحافة القاطرة) وبذلك يحث على انتظام الحرارة على الرغم من تباين ثخانات (سماكات) النصل . يفضل ان تسمح ابعاد الطوق (٣٠) ليثّبت بمساعدة بروز مقابل (٤٢) محدد بواسطة اسطح تحديد (٤٢') موجودة في معدّة تثبيت النصل الذي يستطيع العمل كناقل كفء للحرارة بالقرب من منطقة الربط نظرا لما له من تلامس جيد معها عبر كامل طوله وبذلك يساعد على حصر وتحديد منطقة الحرارة المرتفعة . ويتم استهلاك الحرارة المنتقلة من طوق النصل (٣٠) الى معدّة تثبيت النصل (٤٠) بواسطة ممرات تبريد مائية (٤٤) ذات مواقع استراتيجية أسفل أو حول أسطح معدّة الربط التي تتلامس مع طوق النصل (٣٠) تم تصميمها بحيث لا تنقص البنية المتكاملة لمعدّة تثبيت النصل مع زيادة درجات الحرارة . وفي نفس الوقت يجب ان تكون المعدّة (٤٠) قوية بدرجة كافية لكي تستطيع مقاومة التشوه أثناء الربط . يحافظ التبريد المائي على درجة حرارة جزء الطوق (٣٠) الخاص بالسطح الانسيابي البديل (١٨) بحيث لا تتعدى النقطة التي تسمح فيها قوى تماسك السبيكة بالتشوه الشكلي لها . وعلى هذا النحو تظل أبعاد الطوق مضبوطة وثابته خلال دورة الربط .

يسمح الطوق (٣٠) ، بسبب قربه من منطقة الربط ، بالانتقال الفعال للقوة "ف" اللازمة للربط دون حدوث تشويه شكلي بعيدا عن منطقة الربط كأن ينثني أو يتعرج الجزء الباقي من السطح الانسيابي . وتعتبر هذه الميزة هامة جداً بالنسبة للاستخدامات التي يكون فيها جزء السطح الانسيابي الواقع خلف الطوق قد تم اجراء تشطيب نهائي له . ويساهم ذلك ايضاً في مدى دقة ضبط الأبعاد خلال العملية .

يستطيع الطوق (٣٠) ان يوفر انتقالاً من شكل معقد ذي ثخانات متباينة للسطح الانسيابي (الذي يصعب مضاهاة أجزائه المختلفة) الى شكل مبسط له أوجه مسطحة (في كلا الاتجاهين المحوري والعرضي) يسهل خرطها خلال عملية صيانة النصل ويسهل تحديد موضعها على أو أمـــام معدّة تثبيت النصل (٤٠) بطريقة متكررة خلال الاعداد لربط النصل .

وهكذا فان الطوق (٣٠) يحوي أسطح تحديد (٤٢) محددة للمواضع بدقة تسهل من عملية الاعداد ، مما يجعلها تصبح مزايا نموذجية لنظام انتاج آلي لتصنيع آلات دوّارة جديدة متكاملة الأنصال حيث تُحمّل الأنصال منفردة داخل معدّة ربط النصل تتابعياً أثناء عملية التصنيع التي تجري تحت دورة تفريغ هوائي واحدة .

يشمل التحضير للربط معالجة الاسطح المراد ربطها للمساعدة على عملية الربط . ويشتمل ذلك أساساً على نزع جميع المواد الغريبة كالاتربة والشحوم والزيوت ... الخ والاكاسيد السطحية . وبالامكان القيام بتحضير الاسطح بواسطة مختلف التقنيات وتشمل اساساً خطوة ميكانيكية لكحت (grinding) السطح تليها خطوة حفر كيميائي (etching) .

يجب نموذجياً اجراء عملية الربط عند خلخلة هوائية مرتفة ($١٠^{-٥}$ ميلليمتر زئبق) وتحت ظروف حرارية وظروف ضغط تكفي لانسياب المعدن . وبالطبع فان تلك الظروف سوف تختلف تبعاً لاختلاف المواد المستخدمة . ومع ذلك ففي حالة السبائك الممتازة النموذجية تتراوح درجـــــة الحرارة بين ٨ر١٠٣٧°م - ٩ر١١٤٨°م (١٩٠٠°ف - ٢١٠٠°ف) كما يكون الضغط حوالي ١٠٣ × $١٠^{٦}$ باسكال (١٥٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة) .

عند ربط الأنصال ذات المقاسات النموذجية والتي لها أطوال من ٨ر٠ر٥ سم الى ٦٢ر٧ سم (من ٢ الى ٣ بوصات) فانه من الانسب تقصير أو القيام بالتغليظ (بواسطة الطرق في عكس الامتداد) upset لطرفي النصل البديل والمحور الأبتر البارز بحوالي ١٩٧ر٠ر٠ سم (٠٥ر٠ بوصة) خلال عملية الربط لضمان انسياب معدني كافي للتأكد من حدوث الربط . يمكن ايضاً قياس الشكل المعدّل أو تقديره بحساب الزيادة في مساحة وصلة الربط خلال عملية الربط وفي هذه الحالة فان الزيادة في مساحة وصلة منطقة الربط بنحو ٥٠ ٪ على الاقل ، والافضل ان تكون ١٠٠ ٪ على الاقل تؤكد على ان ربطا معدنيا تطريقيا (metallurgical) حقيقياً قد حدث فعلا .

عقب عملية الربط يمكن نزع الجـــزء المربوط عن جهاز الربط كما يمكن انتزاع الطوق البارز وأية مواد ناتجة عن عملية التغليظ بالطرق upset لفظتها وصلة الربط من النصل بتقنيات تقليدية للخرط . وبعد عملية الخرط تلك يمكن اجراء المعالجة الحرارية موضعياً للجزء الذي تم ربطه من النصل للتأكد من كفاءة مواصفاته الميكانيكية .

يوضح شكل (٤) الربط المتميز الذي تتيحه العملية المنطوي عليها الاختراع حيث يبين الشكل بنيتين مجهريتين (لمادة معينة) مأخوذتين من تجسيم تحت صيانة من خلال ربطه وفقاً لهذا الاختراع . تعرف المادة بالرموز (ي ن ١٠٠) (IN 100) وتتكون اسميا من ١٠ ٪ كروم (Cr) ، ١٥ ٪ كوبالت (Co) ، ٣ ٪ موليبدينوم (Mo)، ٥ر٥ ٪ الومنيوم (A1)، ٤ر٧ ٪ تيتانيوم (Ti) ، ١٨ر٠ ٪ كربـــون (C) ، ١٤ر٠ر٠ ٪ بورون (B) ، ٠٦ر٠ر٠ ٪ زركونيوم (Zr) ، ١ ٪ فانديوم (V) ، والباقي نيكل (Ni) .

يوضح شكل (٤ أ) البنية المجهرية عند حافة النصل البديل (بعيدا عن منطقة الربط) بينما يوضح شكل (٤ ب) البنية المجهرية عند منطقة الربط أو خط الربط . وقد تم ربط المادة الموضحة بالشكل (٤ ب) عند درجة حرارة ١٠١٠°م (١٨٥٠°ف) وضغط ١٠٣ × ١٠^{٦} باسكال (١٥٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة) . ثم عولجت حرارياً عند درجة حرارة ٥ر١١٢٩°م (٢٠٦٥°ف) لمدة ساعة (معالجة محلولية solution treatment) وعند درجة حرارة ٧٦٠°م

(١٤٠٠°ف) لمدة ساعة (الاصلاد بالزمن "التعتيق" age) ثم بردت ببطء الى درجة حرارة الغرفة . وكلا من الشكلين عبارة عن صورة فوتوغرافية مأخوذة بتكبير ١٠٠٠ مرة لكن التشابه بينهما لافت للنظر . ولا يقل أهمية عن ذلك أن خط الربط لا يمكن تمييزه في الشكل (٤ ب) . يوحي تماثل البنية المجهرية عند خط الربط بأن الجزء الذي تمت صيانته سيكون ذا خصائص مكافئة لما للجزء الاصلي وقد أكد ذلك الاختبار الميكانيكي .

على الرغم من ان الاختراع تم عرضه كما هو موضح وحسب ما جاء في التجسيمات الخاصة به إلا انه يجب ادارك انه يعد قابلا لاجراء عدة تعديلات وتنوعات شكلا وتفصيلا يعيها المختصون في هذا المجال وتقع كلها في نطاق فكرة الاختراع ولا تبعد عن مضمونه .

١٠

عناصر الحماية

١ ١ – طريقة لاستبدال نصل (ريشة) آلة دوّارة متكاملة الأنصال (الريش) تشتمل على
٢ قرص ذي مجموعـــة من الأنصال المتكاملة تبرز من حافـة القرص ، تشمل الطريقة
٣ الخطوات التالية :
٤ (أ) نزع نصل موجود مسبقاً مع ترك محور أبتر بارز ، وهو جزء من النصل الموجود
٥ مسبقاً المذكور ، يبرز من حافة القرص وللمحور الأبتر البارز المذكور وجه يشتمل
٦ على سطح يتم تثبيت نصل بديل عليه .
٧ (ب) وضع نصل بديل بالقرب من المحور الأبتر البارز المذكور ، يكون للنصل البديل
٨ المذكور طوق يحيط بإطاره الخارجي الذي بالقرب من موضـع الربط المطلوب بحيث
٩ يشكل السطحان المجاوران لكل من المحـــور الأبتر البارز المذكور والنصل البديل
١٠ المذكور موضع الربط المراد القيام به .
١١ (جـ) استخدام قوة بين المحور الأبتر البارز المذكور والنصل البديل المذكور بحيث
١٢ يتم تأثير القوة المذكورة على النصل البديل من خلال الطوق المذكور .
١٣ (د) تسخين موضع الربط المراد القيام به موضعياً ، الواقع بين المحور الأبتر البارز
١٤ المذكور والنصل البديل المذكـــور ، إلى درجة حرارة تسبب ليونة وانسياب المعدن
١٥ وربطه .
١٦ (هـ) نزع الطوق المذكور من النصل البديل بالخرط .

١ ٢ – طريقة لتصنيع آلة دوّارة متكاملـــة الأنصال (الريش) تشتمـــل على قرص ذي
٢ مجموعة من الأنصال المتكاملة تبرز من حافة القرص ، وتشمل الطريقة الخطوات
٣ التالية :
٤ (أ) توفير قرص ذي مجموعة من المحاور البتراء البارزة .

(ب) توفير مجموعـــة من الأنصال المشكلة سلفاً كـل منها لـه طـوق يحيط بسطحه الخارجي وتنسيق كل نصل من الأنصال المشكلة سلفاً المذكورة ليكون بالقرب من أحد المحاور البتراء البارزة المذكورة .

(جـ) استخدام قوة على المحور الأبتر البارز المذكور وعلى النصل المشكل سلفاً المذكور بحيث تؤثر القوة على النصل المشكل سلفاً المذكور من خلال الطوق المذكور .

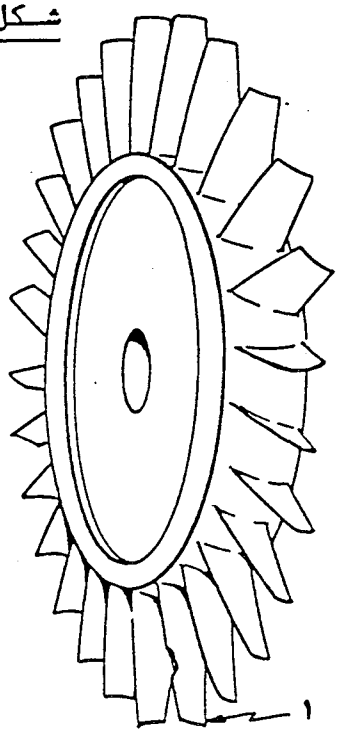
(د) تسخين موضع الربط المراد القيام به موضعياً ، بين المحور الأبتر البارز المذكـور والنصل المشكل سلفاً المذكـــور الى حرارة تسبب ليونة وانسياب المعدن وربطه مما يتسبب في الربط ثم يترك موضع الربط لكي يبرد ،

(هـ) نزع الطوق المذكور من النصل بالخرط .

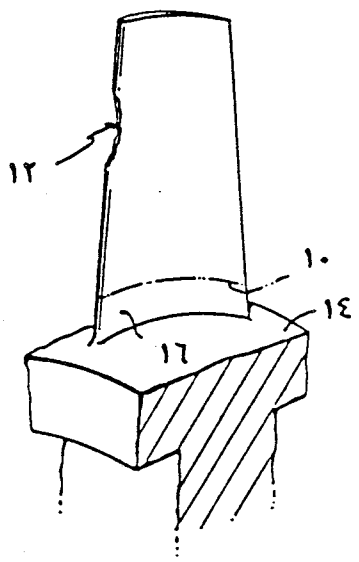
(و) تكرار الخطوات (جـ) ، (د) ، (هـ) حتى يتم تثبيت الأنصال على جميع المحاور البتراء البارزة .

٣ - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم (٢) ، حيث تجرى الخطوة (هـ) على مجموعة من الأنصال بعد ان تكون مجموعة الأنصال المذكورة قد ربطت مع محاور بتراء بارزة .

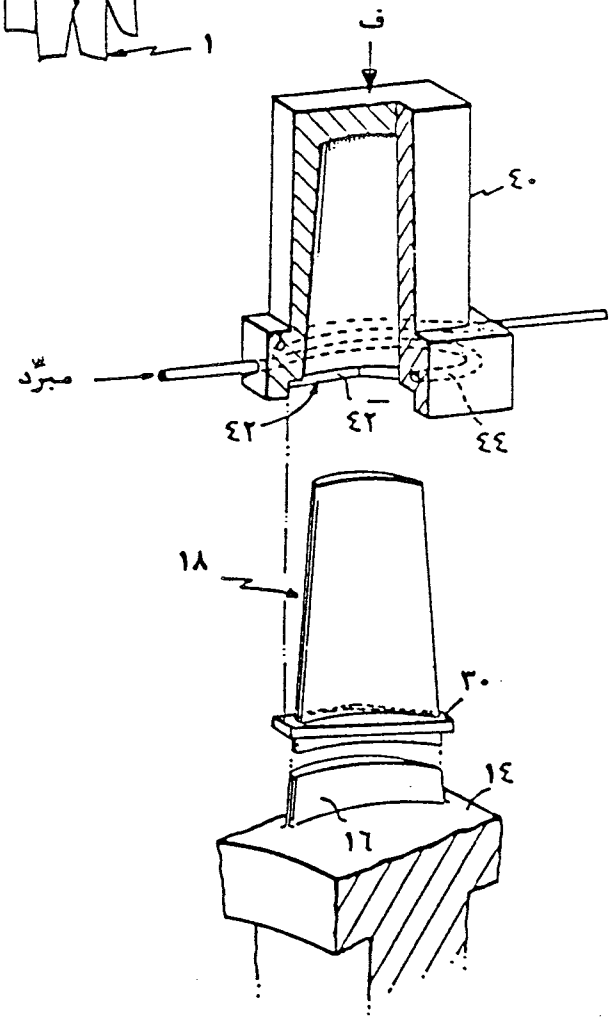
شـكل ١



شـكل ٢



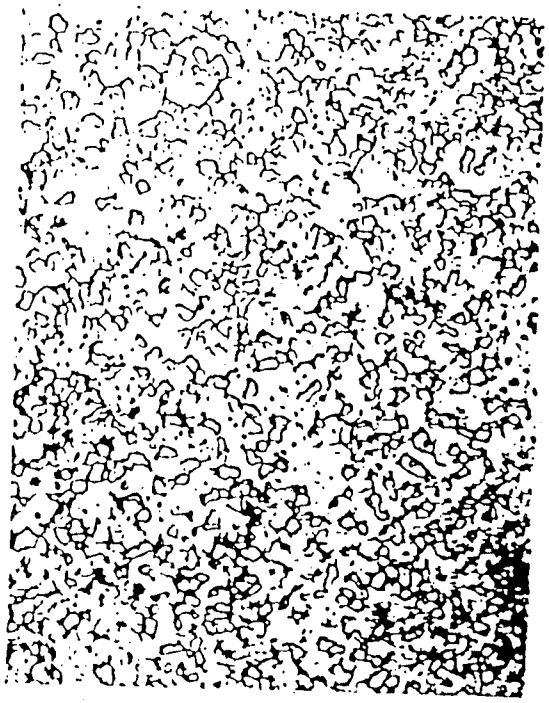
شـكل ٣



بنيتين مجهريتين مأخوذتين من تجسيم نصل مربوط

مقارنة بين مادة (ي ن ١٠٠) (IN 100) نموذجية وخط الربط

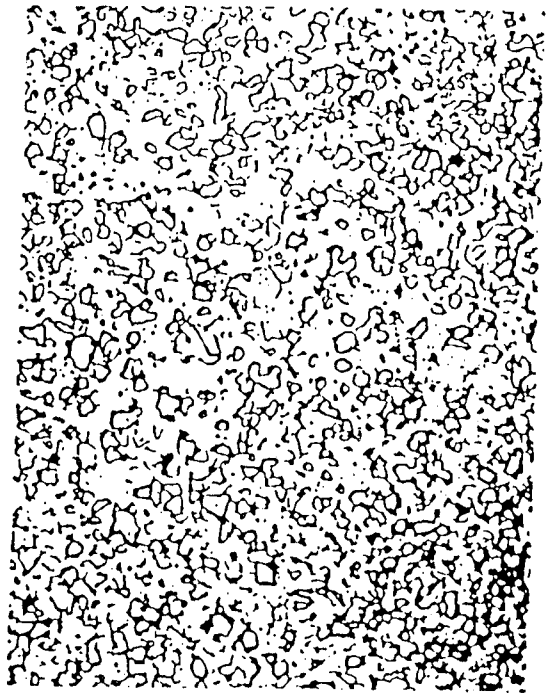
شكل ٤ ٢/٢



التكبير : ١٠٠٠ مرة

(أ) البنية المجهرية لمادة (ي ن ١٠٠) (IN 100) عند

حافة النصل



التكبير : ١٠٠٠ مرة

(ب) البنية المجهرية لمادة (ي ن ١٠٠) (IN 100) عند

خط الربط عند منتصف الوتر