الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	مقاومة التآكل الناتج عن ظاهرة التكهف في المنشآت المائية
المؤلف الرئيسي:	اسحق، كنانة
مؤلفين آخرين:	ضحية، فؤاد، إبراهيم، غسان محمود(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2008
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 108
رقم MD:	590095
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، المنشآت المائية، مقاومة التآكل
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/590095

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

ABSTRACT

A variety of metallic and ceramic coatings is available to protect metallic surfaces from high temperature, wear, and corrosive environments. One of many commercially available thermal spray techniques applies these coatings. In many countries, high velocity oxygen fuel (HVOF) spraying technique is widely used to enhance erosion and corrosion resistance of steel surfaces and frequently used to repair worn away parts and equipments; which will improve availability and reduce operational cost.

The aim of the present study is to evaluate the performance of the different coating conditions. Micro structural investigation involved estimating oxide and porosity contents. Mechanical properties of the coatings were characterized by micro hardness and tensile bonding strength tests..

Problem Statement

The term cavitation refers to the formation and collapse of vapor bubbles or cavities in a fluid, generally due to localized reductions in the dynamic pressure. The collapse of vapor cavities can produce extremely high pressures that frequently damage adjacent surfaces and cause material loss. Cavitation is a major problem for the operation of hydraulic equipment such as hydroelectric turbines, valves and fittings, flow meters, hydrofoils, pumps, and ship propellers. Cavitation frequently contributes to high maintenance and repair costs; revenue lost due to downtime and cost of replacement power; decreased operating efficiencies; and reduction of equipment service life. The most commonly used method for cavitation repair is the fusion process (i.e., welding). This method involves removing material from the damaged areas and filling the space by welding. The most widely used filler materials are 308L or 309L stainless steel.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

Objective

The objective of this research was to demonstrate the effectiveness of innovative non-fusion thermal spray cavitation- and erosion-resistant coatings for hydroelectric turbines and pumps. The research objective included the selection of special coating materials and development of detailed thermal spray processing techniques.

Approach

A list of candidate cavitation/erosion resistant coatings could be thermally sprayed by high velocity oxyfuel (HVOF) and plasma spray. The list consisted of three types of materials: Tribaloys (T-700, T-800, and T-400), Stellite (cobalt-based and nickel-based) and tungsten carbide alloy called Cermet that based WC–Co–Cr and could be thermally sprayed and are known for their good wear and corrosion performance

The results of these evaluations were to be used as a guide to determine the most effective means for cavitation/erosion-resistant coating repair using thermal spray. The technical and economical aspects of current repair/maintenance materials were to be studied for cost/performance comparison between welding and thermal spray process.

Conclusions

The thermal spray coatings deposited by the high velocity oxyfuel (HVOF) process and tested exhibited lower cavitation wear rates than the thermal spray coatings deposited by the plasma spray process, or by welding. The cost of applying Weld repair by 308L stainless steel was determined to be, by contrast, costs three times as much as HVOF Stellite6 coatings applied to a hydroelectric turbine in the field, and two times as much as the cost of applying Stellite 6 using the HVOF process to a water pump.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ملخص:

يترافق جريان التيارات المائية في المنشآت المائية المختلفـة مـع حـدوث ظـواهر هيدروليكية كثيرة، وقد تسابق الباحثون إلى دراستها وتحليلهـا بغيـة تصـميم هـذه المنشآت بالشكل الصحيح الذي يضمن استمرارية صلاحيتها واستثمارها علـى مـدار فترتها التصميمية.

والتكهف هو إحدى هذه الظواهر الهيدروليكية المعقدة التي تؤخذ حتماً بعين الاعتبـار أثناء تصميم غالبية عناصر المنشآت المائية المعرضة للخلخلة من جـراء السـرعات العالية للتيارات المائية التي تعبرها.

وتعتبر ظاهرة التآكل التكهفي من أهم الآثار الضارة للتكهف وقد حاولنـا فـي هـذا البحث التركيز على أهم السبائك التي يمكن أن تقاوم هذا التآكـل والطريقـة الأفضـل لإضافتها .

وتتوافر العديد من الطلاءات المعدنية والسيرميكية لحماية الأسطح المعدنية من العوامل المسببة للتآكل، و يمكن أن تضاف هذه الطلاءات إما بطريقة اللحام أو بطريقة الـرش الحراري.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ولقد كان الغرض من هذا البحث دراسة مدى تأثير و فعاليـة الطـلاءات المضـافة بطريقة (HVOF) لمقاومة التآكل التكهفي، وتم عرض تجارب أجريت على عدة أنواع من الطلاء أهمها طلاء (Stellite6) وطلاء السيرميت المكون من عدة طبقات. كمـا تم عرض مقارنة اقتصادية بين طريقة اللحـام وطريقـة (HVOF). وبالنتيجـة تـم التوصل إلى أن معالجة التآكل الناتج عن التكهف باستخدام طلاءات (HVOF) أفضل من الناحية الفنية والاقتصادية من المعالجة بطريقة اللحام.

نأمل أن يكون هذا العمل المتواضع بداية طريق اخترناه، على أمل متابعته للوصـول إلى مرحلة متقدمة من التخصص في موضوع ظاهرة التكهف والتآكل التكهفـي فـي المنشآت المائية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

العنوان:	مقاومة التآكل الناتج عن ظاهرة التكهف في المنشآت المائية
المؤلف الرئيسي:	اسحق، كنانة
مؤلفين آخرين:	ضحية، فؤاد، إبراهيم، غسان محمود(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2008
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 108
رقم MD:	590095
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، المنشآت المائية، مقاومة التآكل
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/590095

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

www.manaraa.com

الفهرس

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	مقاومة التآكل الناتج عن ظاهرة التكهف في المنشآت المائية
المؤلف الرئيسي:	اسحق، كنانة
مؤلفين آخرين:	ضحية، فؤاد، إبراهيم، غسان محمود(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2008
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 108
رقم MD:	590095
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، المنشآت المائية، مقاومة التآكل
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/590095

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جامعة البعث

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم هندسة التصميم والإنتاج

مقاومة التآكل الناتج عن ظاهرة التكهف في المنشآت المائية

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الميكانيكية

إعداد المهندسة: كنانة إسحق

بإشراف الدكتور:

أ.د.فؤاد ضحية د.غسان إبراهيم

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

كلمة شكر

أود أن التوجه بالشكر لكل من ساهم في انجاز هذا العمل وخاصة أساتذتي المشرفين الدكتور فؤاد ضحية والدكتور غسان إبراهيم لجهودهما المبذولة في إرشادي ومساعدتي ودعمي.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

ABSTRACT

A variety of metallic and ceramic coatings is available to protect metallic surfaces from high temperature, wear, and corrosive environments. One of many commercially available thermal spray techniques applies these coatings. In many countries, high velocity oxygen fuel (HVOF) spraying technique is widely used to enhance erosion and corrosion resistance of steel surfaces and frequently used to repair worn away parts and equipments; which will improve availability and reduce operational cost.

The aim of the present study is to evaluate the performance of the different coating conditions. Micro structural investigation involved estimating oxide and porosity contents. Mechanical properties of the coatings were characterized by micro hardness and tensile bonding strength tests..

Problem Statement

The term cavitation refers to the formation and collapse of vapor bubbles or cavities in a fluid, generally due to localized reductions in the dynamic pressure. The collapse of vapor cavities can produce extremely high pressures that frequently damage adjacent surfaces and cause material loss. Cavitation is a major problem for the operation of hydraulic equipment such as hydroelectric turbines, valves and fittings, flow meters, hydrofoils, pumps, and ship propellers. Cavitation frequently contributes to high maintenance and repair costs; revenue lost due to downtime and cost of replacement power; decreased operating efficiencies; and reduction of equipment service life. The most commonly used method for cavitation repair is the fusion process (i.e., welding). This method involves removing material from the damaged areas and filling the space by welding. The most widely used filler materials are 308L or 309L stainless steel.

www.manaraa.com

Objective

The objective of this research was to demonstrate the effectiveness of innovative non-fusion thermal spray cavitation- and erosion-resistant coatings for hydroelectric turbines and pumps. The research objective included the selection of special coating materials and development of detailed thermal spray processing techniques.

Approach

A list of candidate cavitation/erosion resistant coatings could be thermally sprayed by high velocity oxyfuel (HVOF) and plasma spray. The list consisted of three types of materials: Tribaloys (T-700, T-800, and T-400), Stellite (cobalt-based and nickel-based) and tungsten carbide alloy called Cermet that based WC–Co–Cr and could be thermally sprayed and are known for their good wear and corrosion performance

The results of these evaluations were to be used as a guide to determine the most effective means for cavitation/erosion-resistant coating repair using thermal spray. The technical and economical aspects of current repair/maintenance materials were to be studied for cost/performance comparison between welding and thermal spray process.

Conclusions

The thermal spray coatings deposited by the high velocity oxyfuel (HVOF) process and tested exhibited lower cavitation wear rates than the thermal spray coatings deposited by the plasma spray process, or by welding. The cost of applying Weld repair by 308L stainless steel was determined to be, by contrast, costs three times as much as HVOF Stellite6 coatings applied to a hydroelectric turbine in the field, and two times as much as the cost of applying Stellite 6 using the HVOF process to a water pump.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ملخص:

يترافق جريان التيارات المائية في المنشآت المائية المختلفـة مـع حـدوث ظـواهر هيدروليكية كثيرة، وقد تسابق الباحثون إلى دراستها وتحليلهـا بغيـة تصـميم هـذه المنشآت بالشكل الصحيح الذي يضمن استمرارية صلاحيتها واستثمارها علـى مـدار فترتها التصميمية.

والتكهف هو إحدى هذه الظواهر الهيدروليكية المعقدة التي تؤخذ حتماً بعين الاعتبـار أثناء تصميم غالبية عناصر المنشآت المائية المعرضة للخلخلة من جـراء السـرعات العالية للتيارات المائية التي تعبرها.

وتعتبر ظاهرة التآكل التكهفي من أهم الآثار الضارة للتكهف وقد حاولنـا فـي هـذا البحث التركيز على أهم السبائك التي يمكن أن تقاوم هذا التآكـل والطريقـة الأفضـل لإضافتها .

وتتوافر العديد من الطلاءات المعدنية والسيرميكية لحماية الأسطح المعدنية من العوامل المسببة للتآكل، و يمكن أن تضاف هذه الطلاءات إما بطريقة اللحام أو بطريقة الـرش الحراري.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ولقد كان الغرض من هذا البحث دراسة مدى تأثير و فعاليـة الطـلاءات المضـافة بطريقة (HVOF) لمقاومة التآكل التكهفي، وتم عرض تجارب أجريت على عدة أنواع من الطلاء أهمها طلاء (Stellite6) وطلاء السيرميت المكون من عدة طبقات. كمـا تم عرض مقارنة اقتصادية بين طريقة اللحـام وطريقـة (HVOF). وبالنتيجـة تـم التوصل إلى أن معالجة التآكل الناتج عن التكهف باستخدام طلاءات (HVOF) أفضل من الناحية الفنية والاقتصادية من المعالجة بطريقة اللحام.

نأمل أن يكون هذا العمل المتواضع بداية طريق اخترناه، على أمل متابعته للوصـول إلى مرحلة متقدمة من التخصص في موضوع ظاهرة التكهف والتآكل التكهفـي فـي المنشآت المائية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الأول

التكهف –تعريفه ومعاييره

1-1- تعريف التكهف: Cavitation :

التكهف بالتعريف هو خلل في استمرارية السائل ، يحدث في أجزاء التيار التي ينخفض فيها الضغط حتى قيمة حدية تسمى بالضغط الحرج. عند هذا الضغط تنفصل الغازات " أو الأبخرة " عن السائل على شكل فقاعات كثيرة وكثيفة، مشكلة تجويفاً مغلقاً على شكل كهف. إذا انتقلت هذه الفقاعات محمولة بالتيار إلى مناطق الضغط المرتفع، فإنها تنغلق " تنصعق " بسرعة عالية مشكلة صدمات هيدروليكية ذات ضغط أعلى بآلاف المرات من الضغط الجوي.

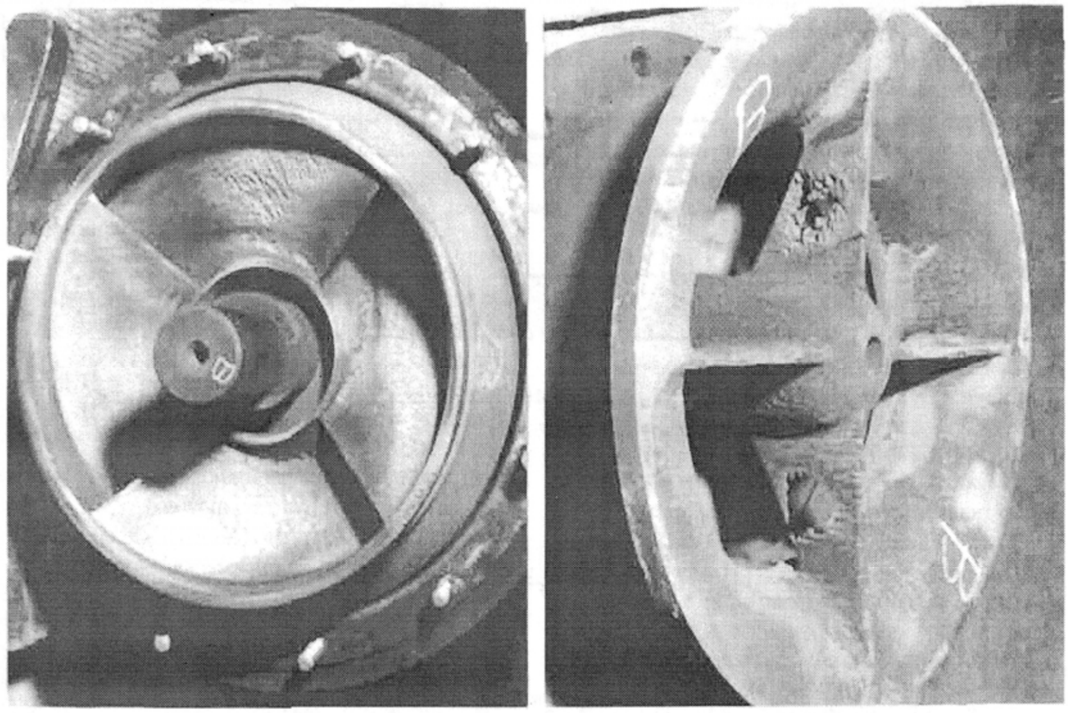
الشكل(1-1) يوضح شكل هذه الفقاعات.

الشكل (1-1) فقاعات التكهف

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تسبب الصدمات الناتجة عن انصعاق الفقاعات تشوهاً موضعياً للمادة الصلبة- المعدن مثلاً- ويكبر هذا التشوه تحت تأثير تكرار الصدمات حتى يصل إلى مرحلة التخريب أي إلى مرحلة التآكل التكهفي والتي تتمثل على شكل حدوث حفرة في المادة، تكبر هذه الحفرة ثم تتعرض للتأثير الديناميكي للتيار مما يؤدي إلى خلع أجزاء من سطح المعدن الملامس له، وبالتدريج ينتقل هذا التأثير إلى الطبقات التي تحتها .

الشكل (1-2) يوضح تآكل مروحة المضخة بفعل التكهف.



a b

تأكل مروحة المضخة بفعل التكهف

الشكل (1- 2)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1-2-معايير التكهف :Cavitation Norms:

لضمان عدم حدوث تكهف في نقطة ما (مقطع ما) من تيار مائي يمكن اعتماد أحـد المعـايير المبينة أدناه:

1-2-1-الضغط الحرج :Critical Pressure:

الضغط الحرج هو ضغط البخار المشبع لتيار مائي ذو درجة حرارة معينة أي الضغط الذي تبدأ عنده ظاهرة الغليان البارد، ولا يحدث التكهف طالما المتراجحة التالية محققة (طالما الضغط المطـلق أكبر من الضغط الحرج):

$$P_{abs} > p_{cr} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1\text{-}1)$$

حيث : p_{cr} الضغط الحرج ، P_{abs} الضغط المطلق (absolute pressure)

يؤخذ الضغط الحرج عادة مساوياً لضغط البخار المشبع وتؤخذ قيمته من الجدول(1-1) ويحـول إلى ضاغط مائي يقاس بالأمتار.

الجدول (1-1) قيمة الضغط الحرج(ضغط البخار المشبع)

t [c°]	0	10	20	40	60	80
p_{cr} $[k.pa]$	0.589	1.177	2.354	7.357	19.914	47.382
$h_{cr} = \frac{p_{cr}}{\rho g}$ [m]	0.06	0.12	0.24	0.75	2.03	4.83

من الجدول أعلاه نستنتج أن الماء الساخن أكثر عرضة للتكهف من الماء البارد ، في حال تشابه الظروف الأخرى للجريان.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1-2-2-الضغط التخلخلي الحرج: Critical Vacuum :

الضغط التخلخلي في نقطة ما من التيار هو الفرق بين الضاغط الجوي ($\frac{p_{at}}{\rho g}$) والضاغط الفعلي ($\frac{p}{\rho g}$) في هذه النقطة:

$$H_V = \frac{p_{at}}{\rho g} - \frac{p}{\rho g} \quad ...... \quad (2-1)$$

وعندما يزداد هذا الضغط التخلخلي في نقطة ما أي عندما ينخفض الضغط فيهـا عـن قيمـة حرجة p_{Cr} () تصبح هذه النقطة عرضة للتكهف،أي إن شرط عدم حدوث التكهف هو:

$$H_V \leq (H_V)_{Cr} \quad ....(3-1)$$

حيث :

$$(H_V)_{Cr} = \frac{p_{at}}{\rho g} - \frac{p_{cr}}{\rho g} \quad ....(4-1)$$

حيث: H_V الضاغط التخلخلي ، $(H_V)_{Cr}$ الضاغط التخلخلي الحرج

ρ : كثافة السائل kg\m³ ، g: تسارع الجاذبية الأرضية m\sec²

قيمة الضاغط التخلخلي الحرج $(H_v)_{cr}$ هي قيمة فيزيائية تتعلق بالارتفاع عن سطح البحر وبدرجة حرارة السائل. وتعطى قيمه عادة من أجل الضغط الجوي الطبيعي على سطح البحر.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1-2-3-احتياطي التكهف: (Net Positive Suction Head) :

عند تصنيع المضخات، ومن أجل تحديد نوع التكهف وتقييم درجة تطوره وتحليل مسألة اختيار القيم المسموحة لارتفاع الامتصاص، يستخدم معيار خاص يسمى باحتياطي التكهف $NPSH$ (Net Positive Suction Head).

احتياطي التكهف هو الزيادة في طاقة التيار النوعية التي يدخل بها إلى المضخة و تؤمن له سرعة و تسارع كافيين للتغلب على المقاومات الهيدروليكية التي تسبب خفض الضغط عند مدخل المضخة حتى الضغط الحرج P_{cr} الذي يحدث عنده التكهف.

وتتميز كل مضخة بقيمة أصغرية لـ $NPSH$ ، بحيث إذا انخفضت قيمة احتياط التكهف عن هذه القيمة الأصغرية تبدأ ظاهرة التكهف بالتطور. [1].

1-3- التكهف في الآلات الهيدروليكية: Cavitation in hydraulic machines:

تتعرض جميع أنواع الآلات التي تمرر السوائل عبرها لحدوث التكهف بدرجات مختلفة، ويتضمن ذلك المضخات، شبكات الأنابيب والعنفات الكبيرة.

وسنقتصر في دراستنا هذه على دراسة التكهف وطرق معالجة آثاره في العنفات والمضخات.

1-3-1-العنفات:Turbines:

عندما تتعرض عنفة ما لتكهف شديد فانه سيؤدي لحدوث تآكل يترك أثره على شكل تجاويف أو حفر تؤثّر على جريان الماء عبر العنفة وهذا ما سيؤدي بدوره إلى نقص في مردود العنفة لاحقاً. أثبتت الدراسات التجريبية بأن التكهف يمكن أن يسبب اختراق سطحي قد يصل حتى 10 مليمتر بالسنة في أجزاء العنفة مثل الدولاب، الشفرات، وجسم العنفة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل (1-3) أثر التآكل على العنفة

1-3-2-التكهف في المضخات: Cavitation in Pumps :

إن ظهور التكهف، كما ذكرنا، هو نتيجة لانخفاض الضغط فـي تيـار السـائل. وبمعرفـة الأسباب العامة والموضعية لانخفاض الضغط يمكن في معظم الحالات معرفـة الأمـاكن المحتملـة لحدوث التكهف واتخاذ الإجراءات المناسبة لمنع حدوثها في أجزاء المضخة. ويعتبر الاختيار الصحيح لارتفاع الامتصاص مع حساب المنسوب المناسب لتوضع المضخة ودرجة حرارة السائل مـن أهـم الإجراءات وأكثرها فعالية لمنع حدوث التكهف .

إذا تعرضت مضخة للتكهف (والذي يمكن معرفته كما أشرنا من ذلك الصوت المميز الذي تختلف نغمته بحسب شدة التكهف)، فإن أجزاء المضخة تتعرض للتآكل ميكانيكياً وكيميائياً. وتتعرض

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المجموعة بأسرها إلى اهتزازات خطيرة الأثر على المضخة والأنابيب المتصلة بها، علاوة على ما يتعرض له أداء المضخة من تدهور قد يهبط معه تصريف المضخة إلى الصفر.[2] .

أهم أعراض وجود التكهف في المضخة:

1. إصدار المضخّة ضجيجاً.
2. وجود ضغط تخلخلي عالي عند خط الامتصاص.
3. انخفاض ضغط التفريغ حتى بوجود تدفق عالي.

إذا لم يؤثر حدوث التكهف على أداء المضخة، فيمكن التغلب على خطورة حدوث تآكل ميكانيكي وكيميائي للمعدن بتصنيع المروحة من معدن خاص يقاوم التآكل، وذلك ما سوف نقوم بدراسته في الفصول القادمة.

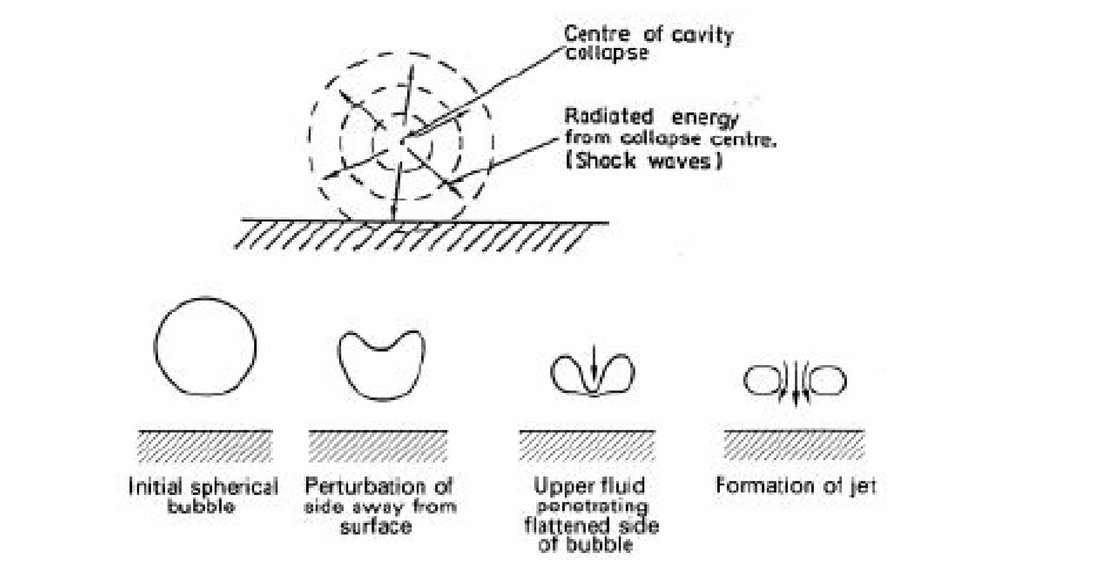
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثاني

التآكل التكهفي

2-1 حدوث التآكل التكهفي وتطوره:

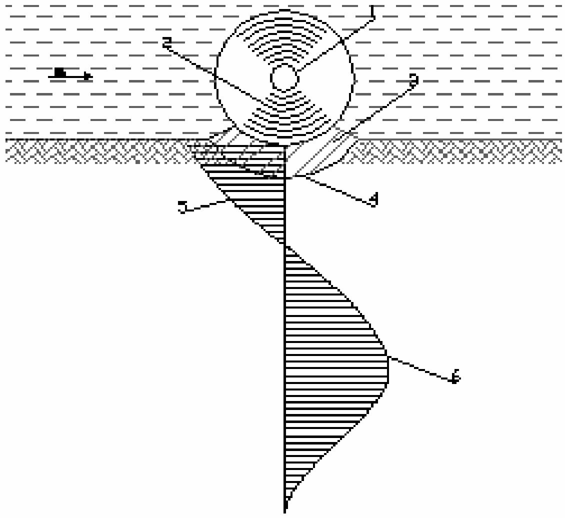
كما رأينا في الفصل الأول بأن انصعاق فقاعة التكهف هو عملية عنيفة تولد موجـة ضـغط عالية تصدم بقوة 400 MPa (4000 atm) ويمكن لهذه الضغوط أن تنتقل من الفقاعات المنصعقة إلى السطح الصلب إما على شكل موجة صدم أو على شكل نفاث دقيق جداً، وذلك بحسب بعد الفقاعة عن السطح. الإجهاد الديناميكي الناتج عن تكرر دورة التشكيل و الانصعاق يمكن أن يـسبب تعـب سطحي ومن ثم انفصال أو تقشير لأجزاء من سطح المادة. يبين الشكل(2-1) آلية انصعاق الفقاعة وموجة الصدم الناتجة عن الانصعاق والتي تظهر بشكل نفاث دقيق في آخر مرحلة.



الشكل(2-1) آلية موجة الصدم وآلية النفث الدقيق للتآكل التكهفي

زمن انصعاق هذه الفقاعات التكهفية يقاس بأجزاء من الألف من الثانية و موجة الصدم الناتجـة ذات ضغط أعلى بآلاف المرات من الضغط الجوي والشكل(2-2) يوضح كيفية انتشار موجة الصدم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (2-2) كيفية انتشار موجة الصدم التكهفية الناتجة

عن انصعاق فقاعة غير ملامسة للسطح الصاب

1- الفقاعة المنصعقة.

2- جبهة موجة الصدم.

3- الحفرة الناتجة عن الصدم التكهفي.

4- منطقة التشوهات اللدنة.

5- الانضغاط الناتج عن الصدمة.

6- الشد الناتج عن الصدمة.

التآكل التكهفي:

التآكل التكهفي هو التآكل الناتج عن حدوث ظاهرة التكهف. ويعبر عن هذا التآكل بمقدار خسارة السطح الصاب للمادة. و يمكن تمييز هذا التآكل من العلامة الواضحة المميزة التـي يتركهـا علـى السطوح الصلبة. حيث يسهل جداً التمييز بينه وبين التآكل الناتج عن الجزيئات الـصلبة(الاحتكـاك).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يبين الشكل (2-3) حدوث عملية التآكل وذلك بتشكل الفقاعات ثم الأثر الذي تركه التآكـل علـى هـذه الشفرة.

الشكل (2-3)

2-2 إصلاح ضرر التآكل التكهفي:

يراعى عند إصلاح الضرر الناجم عن التآكل التكهفي ما يلي:

- القيام بكافة الإصلاحات خلال فترة الفحص.
- إصلاح المناطق التي يتجاوز فيها ضرر التكهف عمق أكبر من 0.05 cm.
- إذا كانت طبقة الأساس من الفولاذ المقاوم للصدأ تتم عملية الإصلاح بإضافة طـلاء مناسـب فوقها، وذلك إذا كانت الحفر فيها تبلغ 0.05 cm أو أعمق. أما في حالة كانت طبقة الأساس من الفولاذ الكربوني، فيتم إصلاح مناطق الضرر الخفيف بطريقة اللحـام بـالفولاذ المقـاوم للصدأ.

www.manaraa.com

تم تعريف ثلاثة مستويات للتكهف : التكهف ذو المستوى المـنخفض،ذو المـستوى المتوسـط، وذو المستوى العالي وذلك بحسب نسبة التآكل التي يسببها خلال فترة سنة عمل عادية تقدر بحوالي 8000 ساعة عمل.

ندعو التكهف الذي يسبب ضرر عمقه من 0.0125 cm إلى 0.025 cm في الفولاذ الكربـوني وذلك خلال سنة واحدة بالتكهف ذو المستوى المنخفض. أما التكهف الذي يسبب ضرر أكبر مـن cm 0.025 في الفولاذ الأوستنيتي المقاوم للصدأ خلال سنة واحدة فهو التكهف ذو المـستوى المتوسـط. والتكهف ذو المستوى العالي هو الذي يسبب ضرر أكبر من 0.10 cm في الفولاذ المقـاوم للـصدأ خلال سنة أو أقل. [3].

نوع التكهف	عمق الضرر cm	مادة الأساس التي يؤثر فيها التكهف	المدة الزمنية
منخفض	0.0125-0.025	الفولاذ الكربوني	سنة
متوسط	أكبر من 0.025	الفولاذ الأوستنيتي المقاوم للصدأ	سنة
عالي	أكبر من 0.10	الفولاذ المقاوم للصدأ	سنة

و يجب الانتباه دوماً إلى أنه يجب القيام بالإصلاح أو الاستبدال قبل أن يهدد ضرر التكهـف سـلامة البنية الميكانيكية. ودوماً يمكننا اختيار طريقة الإصلاح بحسب كمية الضرر الذي سببه التكهف وأهـم هذه الطرق:

- طريقة اللحام.
- طريقة الرش الحراري.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

2-2-1- الإصلاح باللحام:

اللحام:

هو عملية من عمليات تشغيل المعدن يتم فيها وصل المعادن مع بعضها بالتسخين إلى درجة الانصهار ثم دمج الأجزاء المائعة لتتدفّق معاً.

أما طرق الإصلاح باللحام المتبعة فهي:

- استعمال لحام معدني لملء المنطقة المتضررة. وهي أكثر طرق الإصلاح شيوعاً ولكن تكرار الإصلاح بهذه الطريقة سيؤدي لنشوء إجهادات.
- استعمال صفائح لحام فوق المنطقة المتضررة. وهذه العملية مناسبة فقط من أجـل المقـاطع السميكة وحيث يوجد ظروف اهتزاز.
- تجريد المنطقة المتضررة ومن ثم تطبيق اللحام. وهذه الطريقة تستخدم فقط في مراحل متقدمة جداً من ضرر التكهف،كما في حال وجود فتحات أو ثقوب. وتعد هذه الطريقة من أكثر طرق الإصلاح كلفة. وعادة نقوم بملأ الفراغ الناتج بطريقة اللحام بسبيكة من الفولاذ المقاوم للصدأ مثل 308 L أو 309 L.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

2-2-2- الإصلاح بطريقة الرش الحراري :

الرش الحراري: هو عملية تضاف فيها مواد معدنية أو غير معدنية ناعمة جداً وبحالة مائعة أو نصف مائعة فوق الركيزة أو الأساس.

اكتشفت طلاءات الرش الحراري في بدايات القرن الماضي وتم تطويرها منذ ذاك الحين حتى الآن. أول استخدام لهذه الطلاءات كان عام 1911 بعملية الرش باللهب وطورت من قبل (Schoop) في سويسرا.

اخترع الرش الحراري باستخدام السلك عام 1955 من قبل: (R.M. Poorman, H.P. Sargent, and H. Lamprey)، والرش بالسرعة العالية للأوكسي فيول عام 1958من قبل (G. H. Smait, J. F. Pelton, and R.C. Eschenbach) ، وأخيراً الرش بالبلازما عام 1962 من قبل (R. M . Gage, O. H. Nestor, and D. M. Yenni).

شاع استخدام طلاءات الرش الحراري لمعالجة التآكل بشكل كبير في الآونة الأخيرة وذلك لما تمتلك من ميزات جيدة. أهم هذه الميزات:

1. الحماية من التآكل في حالة كان الماء يحمل حطام وشوائب كثيرة.
2. الحماية من التآكل في حالة العمل في درجات حرارة عالية.
3. الطلاء الناتج ذو خواص فيزيائية جيدة جداً.
4. اختيارات متعددة لمواد الطلاء.
5. طلاءات الرذاذ الحرارية تختار أيضاً بسبب تعليمات تلوث الهواء التقييدية التي لا تسمح باستعمال بعض الطلاءات لتطبيقات أخرى.
6. تخفيض الحجم الكبير للنفايات الخطرة وبالتالي تخفيض كلفة التخلص من هذه النفايات.
7. كلفة طلاءات الرذاذ الحراري رخيصة نسبياً.

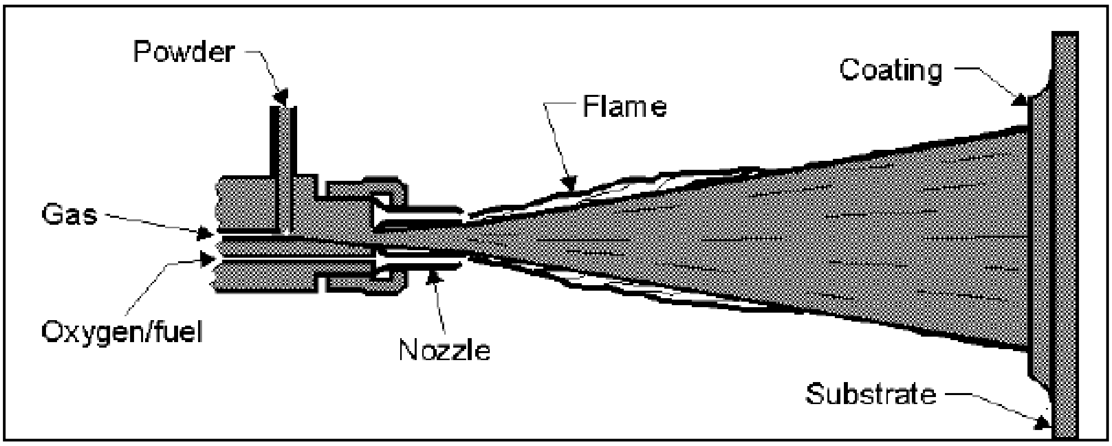
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

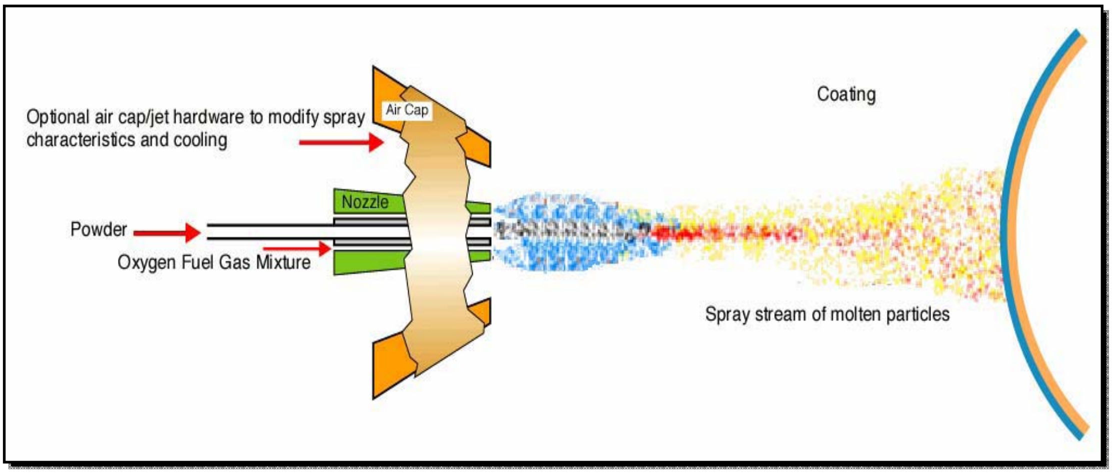
تشمل عمليات الرش الحراري:

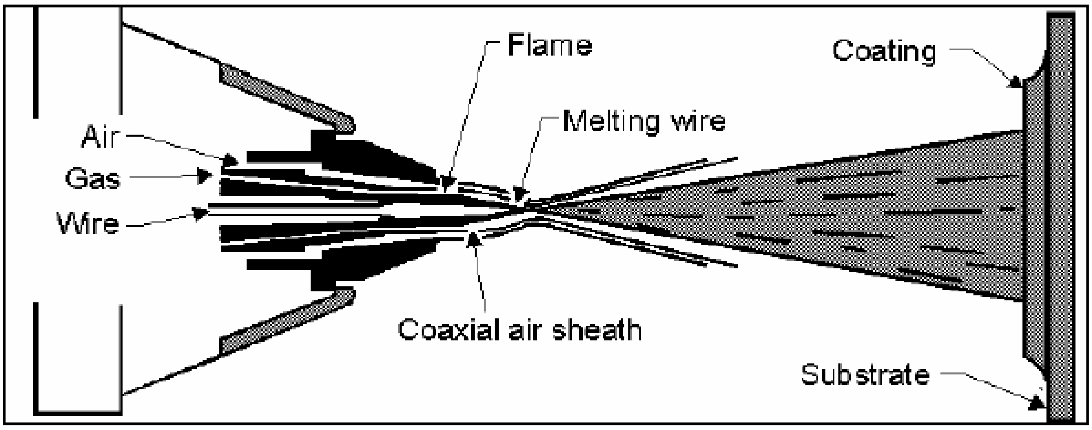
- الرش باستخدام مسحوق.
- الرش باستخدام لهب سلك.
- الرش باستخدام قوس سلك.
- الرش باستخدام رذاذ البلازما.
- الرش بسرعة عالية للأوكسي فيول (High Velocity Oxyfuel) (HVOF) .

الأشكال التالية توضح مخططات لأدوات الرش المختلفة:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

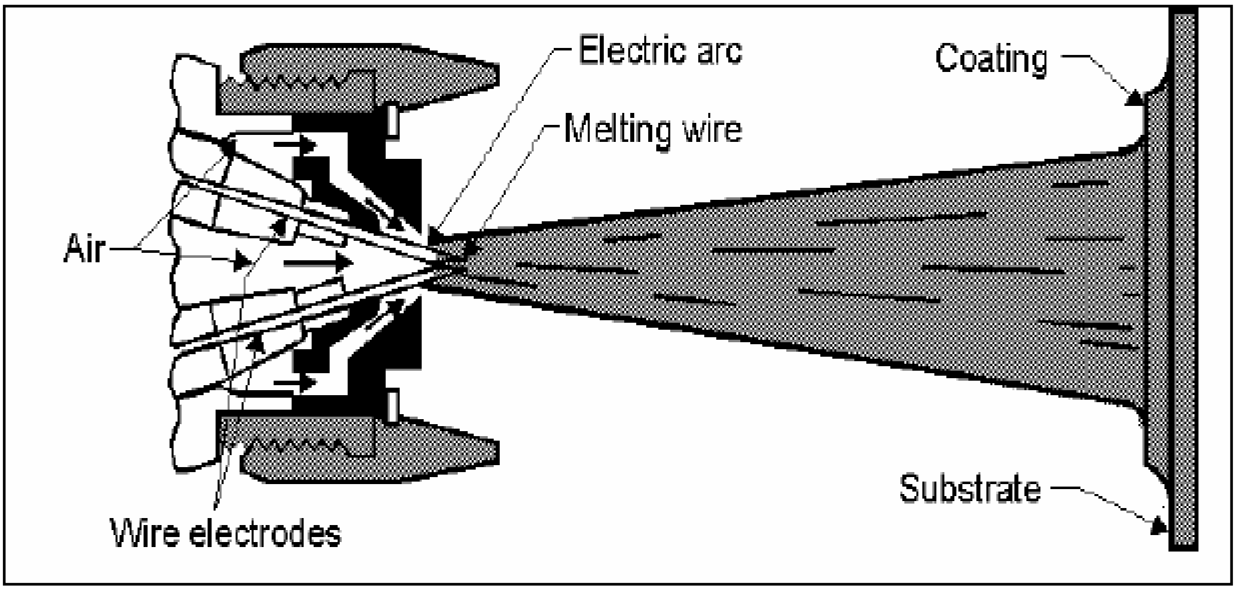


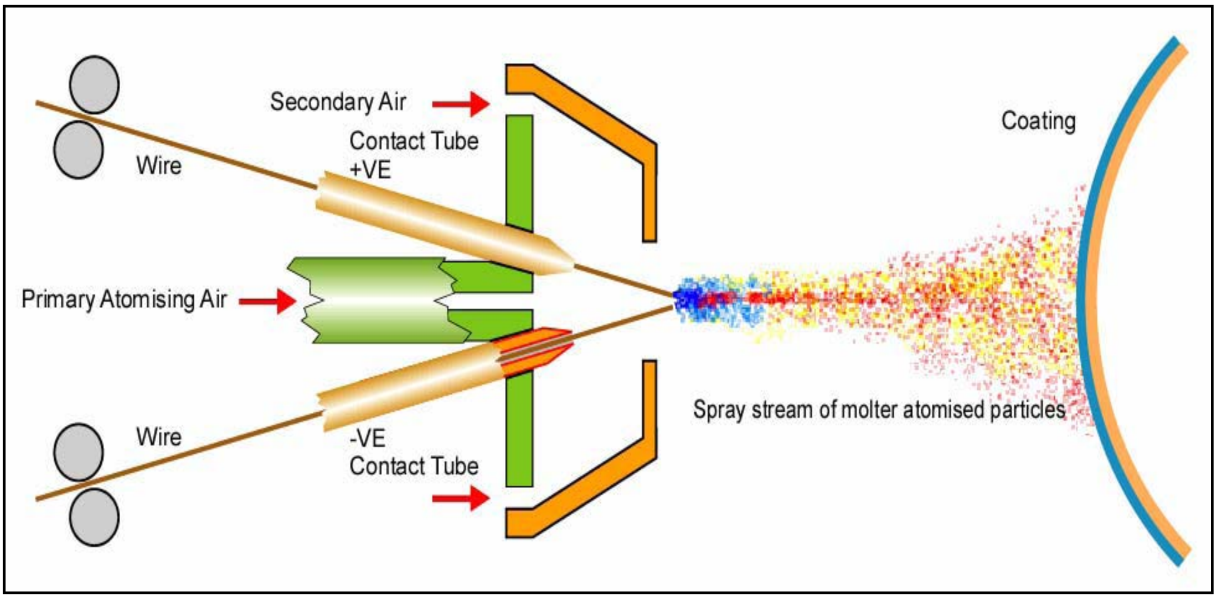




الشكل (2-4) الرش باستخدام الرذاذ الناتج عن احتراق مسحوق / سلك

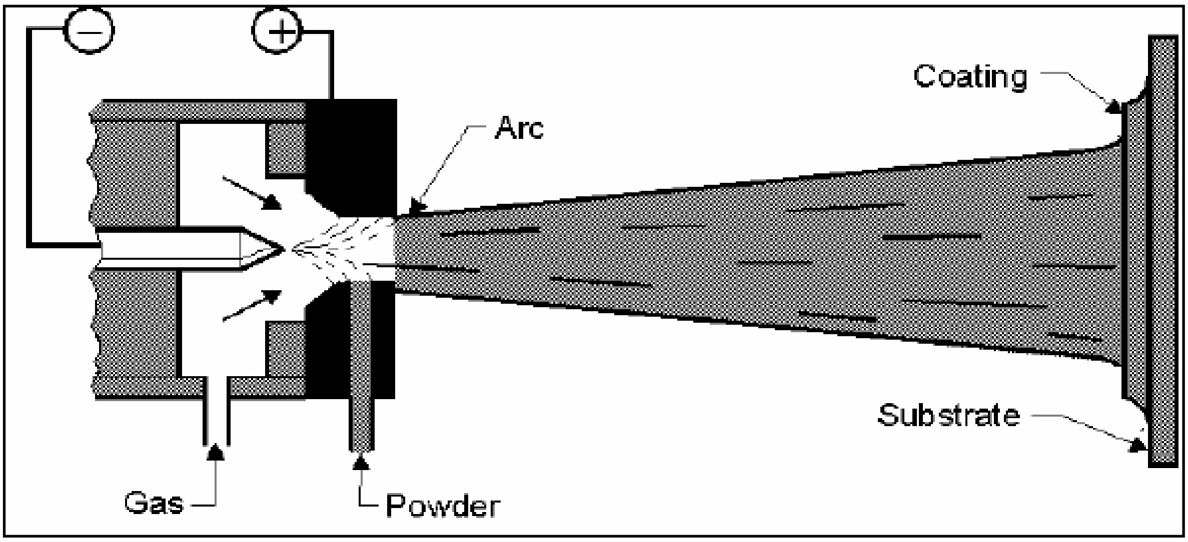
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

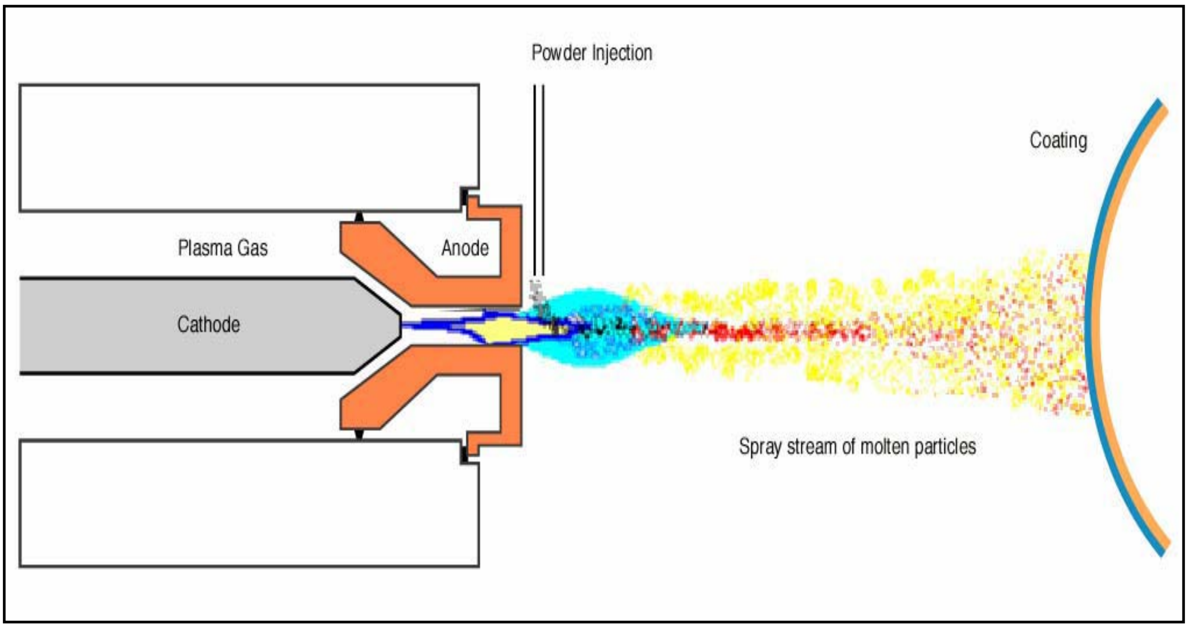




الشكل (2-5) الرذاذ الناتج عن قوس كهربائي

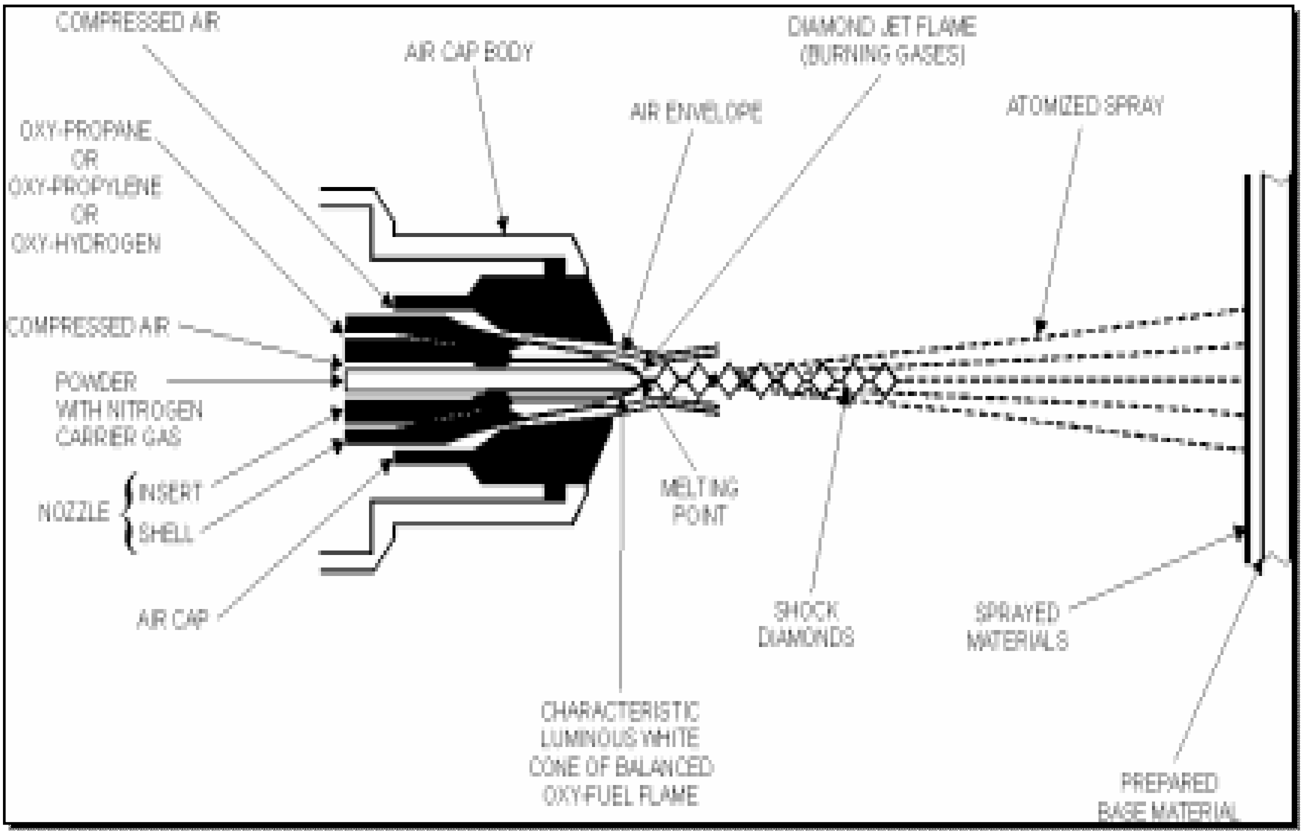
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

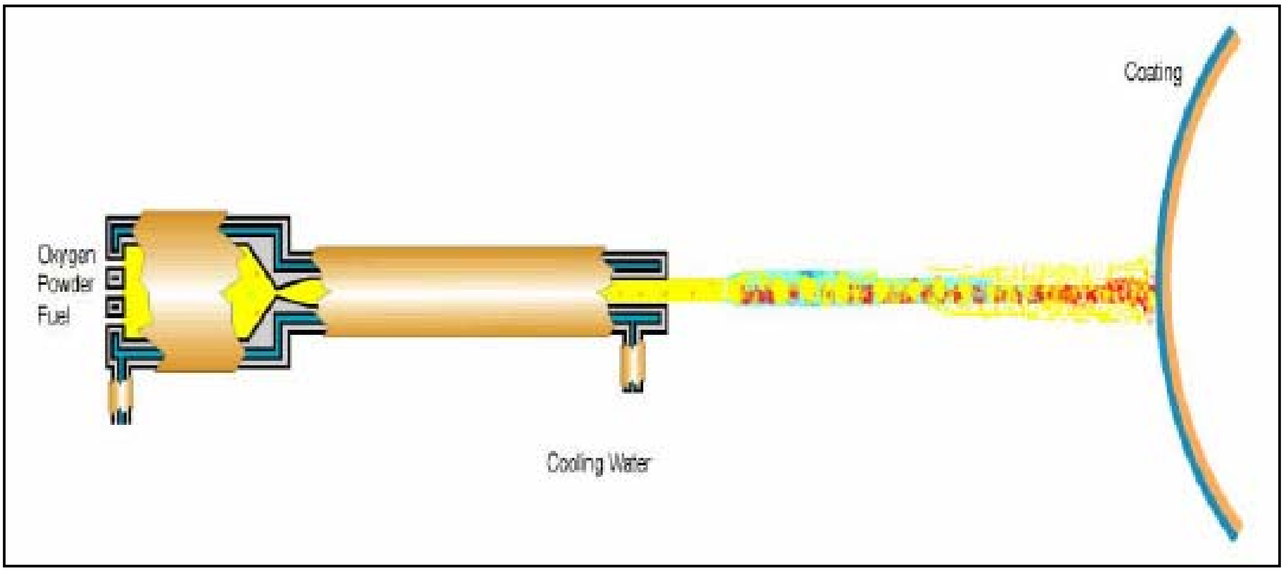




الشكل (2-6)الرش باستخدام رذاذ البلازما

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com





الشكل (2-7) الرش بالسرعة العالية للأوكسي فيول (HVOF)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	مقاومة التآكل الناتج عن ظاهرة التكهف في المنشآت المائية
المؤلف الرئيسي:	اسحق، كنانة
مؤلفين آخرين:	ضحية، فؤاد، إبراهيم، غسان محمود(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2008
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 108
رقم MD:	590095
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، المنشآت المائية، مقاومة التآكل
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/590095

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

جامعة البعث

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم هندسة التصميم والإنتاج

مقاومـــة التآكل الناتج عن ظاهرة التكهف

في المنشآت المائية

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة

الميكانيكية

إعداد المهندسة: كنانة إسحق

بإشراف الدكتور:

أ.د.فؤاد ضحية   د.غسان إبراهيم

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com