

Urkund Analysis Result

Analysed Document: FINAL DE PROPUESTA QUIÑÓNEZ MORÁN LEONEL
EDUARDO.docx (D42647403)
Submitted: 10/17/2018 1:31:00 AM
Submitted By: ecarrasqueror@unemi.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

TESIS COMPLETA.docx (D42647291)
Trabajo de Investigación en Turbinas.docx (D40779844)
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/16/turbina-francis/>
<https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw>
<http://soldadurayestructuras.com/proceso-gmaw.html>
<https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica>
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html>

Instances where selected sources appear:

25

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie

preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA: ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS EMPLEADAS PARA LA RECUPERACIÓN DE COMPONENTES DE TURBINAS HIDROELÉCTRICAS: UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.

Autor: QUIÑÓNEZ MORÁN LEONEL EDUARDO.

Acompañante: CARRASQUERO RODRÍGUEZ EDWUIN JESÚS.

Milagro, Octubre 2018 ECUADOR

CAPÍTULO 1 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA La Revolución Industrial fue el mayor proceso de transformación económica, social y tecnológica de la historia humana, desde el Neolítico, inició en la segunda mitad del siglo XVIII, y su importancia recae en el impacto mundial que se dio con la transición de la economía rural, basada en el comercio y la agricultura, a una economía de carácter urbano, industrial y mecánico. Como consecuencia del proceso de globalización, que trajo consigo la revolución industrial, las capacidades de innovación de la ingeniería y la generación de nuevos productos y procesos, los cambios organizacionales y las estrategias de mercado, se han convertido en una ventaja competitiva clave para su mantenimiento y crecimiento. Bajo este planteamiento, podemos abordar la importancia de las turbinas, en el desarrollo de la tecnología, ya que estas se han utilizado durante siglos para convertir la energía mecánica libre, disponibles en ríos y el viento, en trabajo mecánico útil, por lo general mediante un eje rotatorio. En Ecuador el uso de turbinas revolucionó el sector estratégico enfocado en la energía, permitiendo que el país redujera a niveles exponenciales los cortes de energía, que usualmente se daban continuamente durante los años. Sin embargo, con el pasar del tiempo estas turbinas debían someterse a procesos de mantenimiento o reemplazo; medidas que, debido a ciertos procesos

arancelarios, son muy costosos y casi inviables. Es aquí, donde la Ingeniería de Recuperación, entra en contexto, esta se define como: "La ingeniería de recuperación es el uso de la ciencia y los principios de la ingeniería para desarrollar soluciones que permitan la reutilización de dispositivos tecnológicos y sus piezas" CITATION CEL16 \l 12298 (CELEC, 2016) Existen diversos procesos que se aplican en la ingeniería de recuperación, pero es necesario aplicar estos procesos a los tipos de turbinas que se trabajan en Ecuador, estas son Francis, Kaplan, y Pelton. Es por ello, que existe la necesidad de investigar y plantear, el mejor método de recuperación que se pueda aplicar nacionalmente.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Desde el año 2007, con el inicio de un nuevo gobierno centralizado, nacionalmente se aplicaron nuevas políticas arancelarias, algunas beneficiaron la importación, pero otras afectaron la exportación. Con el ánimo de fomentar el uso de productos ecuatorianos, estos aranceles aumentaron y de este modo, se dificultó la exportación, en todo ámbito.

Sin una proyección a largo plazo, se afectó la exportación de piezas de ingeniería, necesarias para la proyección de los nuevos sectores estratégicos. Según el CELEC el cambio de la matriz energética abarca proyectos hasta el año 2021, estos permitirían al país la provisión de energía en un 93,55% con el uso de las nuevas centrales de generación hidroeléctrica CITATION CEL16 \l 12298 (CELEC, 2016); desafortunadamente, a día de hoy, existe una dependencia de entes internacionales, para la provisión de piezas y repuestos de turbinas hidráulicas, lo que aumenta el costo de repuestos y servicios.

En el mercado nacional, se ha conservado tecnología que, comparada internacionalmente, esta desactualizada y obsoleta, dejando nuestro avance científico y tecnológico, muy precario; es este el principal motivo para indagar en las propuestas tecnológicas que se puedan desarrollar, con este proyecto se pretende encontrar una fuente de recuperación de componentes de turbinas hidroeléctricas, mediante la selección de métodos eficaces y eficientes.

1.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA País: Ecuador. Provincia: Santo Domingo.

Distrito: Zonal 4 Línea de investigación: Producción y materiales industriales. Área de

investigación: Optimización de procesos productivos y logísticos.

1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACION 1.4.1 OBJETIVOS GENERALES Elegir la alternativa tecnológica más

conveniente, para el proceso de recuperación de componentes de turbinas hidroeléctricas usadas en Ecuador.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 1. Examinar la bibliografía existente, sobre ensayos y pruebas realizados para la verificación de daños en los componentes de las turbinas hidroeléctricas. 2. Examinar la bibliografía existente sobre las diferentes alternativas tecnológicas empleadas actualmente para la recuperación de equipos hidroeléctricos que han sufrido daño por desgaste y/o cavitación de sus componentes. 3. Determinar las opciones técnicas económicas factibles en el proceso de recuperación de componentes de turbinas hidroeléctricas.

1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION El sector estratégico energético del país, tiene planes hasta 2021, es decir, que existe un objetivo a largo plazo, por ende, es necesario establecer una estrategia que mantenga este proyecto viable. Por ello es necesario encontrar una alternativa tecnológica que se ajuste a las necesidades que tiene el mercado nacional; se

necesita innovar y aprovechar la información existente para poder entender los procesos que se alienen a las necesidades que se encuentren durante el proceso.

CAPÍTULO 2 2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS Turbina, es un motor rotativo que convierte en energía mecánica, la energía de una corriente de agua; el elemento básico de la turbina es la rueda o rotor, que cuenta con palas, hélices, cuchillas o cubos colocados alrededor de su circunferencia, de tal forma que el fluido en movimiento produce una fuerza tangencial que impulsa la rueda y la hace girar; esta energía mecánica se transfiere a través de un eje para proporcionar el movimiento de una máquina, un compresor, un generador eléctrico o una hélice CITATION CAL16 \l 12298 (CALAMEO, 2016). 2.2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA TURBINA

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA TURBINA

ELEMENTO DESCRIPCION

Carcasa Este elemento se encarga de cubrir y soportar a las partes de la turbina, tiene forma espiral.

0: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html>

67%

Canal de llegada o tubería forzada Lamina libre o flujo a presión.

Caja espiral Transforma presión en velocidad.

Distribuidor

0: <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica> 93%

Acelerar el flujo de agua al transformar total o parcialmente la energía potencial del agua en energía cinética. Dirigir el agua hacia el rodete, siguiendo una dirección adecuada. Actuar como un órgano regulador de caudal.

Rodete

0: <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica> 97%

La transformación de la energía hidráulica del salto en energía mecánica se produce en el rodete, mediante la aceleración y desviación, o por la simple desviación del flujo de agua a su paso por los álabes.

Tubo de aspiración

0: <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica> 96%

Recupera la altura entre la salida del rodete y el nivel del canal del desagüe. Recupera una parte de la energía cinética correspondiente a la velocidad residual del agua en la salida del rodete, a partir de un diseño del tipo difusor.

Tabla 11 Descripción de los elementos constitutivos de una turbina, basada en información recuperada de: CITATION SPT15 \l 12298 (SPTC, 2015) 2.3 TIPOS DE TURBINAS POR SU GRADO DE REACCION

Tabla 22 Turbinas según su grado de reacción. Información recuperada de: CITATION SPT15 \l 12298 (SPTC, 2015)

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Tipos de turbinas que existen en el Ecuador: *Pelton *Francis *Kaplan

2.4. TURBINA PELTON Lester Allen Pelton, en 1880, patenta la turbina Pelton, bautizada así por su creador, haciendo hincapié en su apellido. Pelton buscaba oro en California, en su cruzada se inspiró, y

0: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm

82%

concibió la idea de una rueda con cucharas periféricas que ayudarían a aprovechar la energía cinética del agua, que

pasaría a través de un tubo y actuaría sobre la rueda.

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersion genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el substrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el substrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en “gotitas”

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 11 Turbina Pelton Recuperado de: (WKV Inc, 2015)

De

0: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm

100%

tal manera que el chorro proveniente de la tubería golpea el centro de cada pala o cuchara con el fin de aprovechar al máximo el empuje del agua;

estas se denominan alabes, tienen

0: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm

68%

forma de doble cuchara, con una arista diametral en la que golpea el agua, esto produce una desviación

axial, que apoya un equilibrio dinámico. El alabe, posee dimensiones proporcionales a los diámetros del chorro de agua, que impacta en él, a su vez, esta conjunción del diámetro de chorro y el alabe, aumenta la velocidad específica CITATION TRI17 \l 12298 (TRIPOD, 2017).

DISPOSICIÓN HORIZONTAL

Las características de las turbinas Pelton, con disposición de eje horizontal, son, la disponibilidad que poseen para la instalación de uno o dos chorros como máximo, debido a una posible complicación en la instalación y su consecuente

0: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm

95%

mantenimiento en los inyectores. Sin embargo, en esta posición, la inspección de la rueda en general es más sencilla, por lo que las reparaciones o desgastes se pueden solucionar sin necesidad de desmontar la turbina

CITATION CAL16 \l 12298 (CALAMEO, 2016).

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en “gotitas”

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 22 Ilustración de turbina Pelton con eje horizontal y dos chorros. Recuperado de: CITATION TRI17 \l 12298 (TRIPOD, 2017) DISPOSICIÓN VERTICAL

En

0: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html>

71%

este tipo de turbinas Pelton, el número de chorros por rueda, se reduce, usualmente a uno o dos,

debido a su complejo estado de instalación en un plano vertical, para

0: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html>

82%

las tuberías de alimentación y las agujas de inyección. Este sistema de montaje puede aplicarse en aquellos casos donde se poseen aguas sucias que producen deterioros o notable acción abrasiva;

generalmente su mantenimiento es más costoso CITATION Zul15 \l 12298 (Zuluaga Salazar, 2015).

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde
se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 33 Turbina Pelton de eje vertical. Recuperada de: CITATION TRI17 \l 12298 (TRIPOD, 2017) resistencia al desgaste por 2.5 CONSTITUCIÓN DE TURBINA PELTON

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en “gotitas”

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 44 Constitución de una turbina Pelton. Información recuperada de: (UCA, 2016)

2.6 TURBINA FRANCIS James B. Francis, diseño y patente

0: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/16/turbina-francis/>

35%

la turbina Francis en 1848. Este invento es una turbomáquina a reacción de flujo mixto, su diseño se encuentra enfocado para una amplia escala de saltos y caudales, que sean capaces de operar en desniveles que pueden ir desde los dos metros hasta cientos de metros.

0: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/16/turbina-francis/>

67%

Estas turbinas presentan un diseño hidrodinámico que provoca un alto índice de rendimiento, debido a las bajas pérdidas hidráulicas CITATION Yep13 \l 12298 (Yepes Piqueras, 2013). No es recomendable su instalación con alturas de agua mayores de 800 m ni cuando existen grandes variaciones de caudal. Asimismo, es muy importante controlar la cavitación

La eficiencia y versatilidad de la turbomáquina Francis la ha convertido en la más famosa y usada a nivel mundial, uno de los principales puntos a favor de este tipo de turbina es su capacidad para generar grandes cantidades de energía en centrales hidroeléctricas CITATION Uni15 \l 12298 (Universidad politecnica de Valencia, 2015). Estas turbinas suelen ser muy costosas de diseñar e instalar, sin embargo, representan una inversión a largo plazo, ya que estas turbinas pueden trabajar durante décadas sin necesitar un reemplazo, tan solo mantenimiento, el tipo de manteniendo que necesitan las turbinas Francis, no es costoso, ni rutinario CITATION Yep13 \l 12298 (Yepes Piqueras, 2013).

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie

preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 55 Espiral de entrada de una turbina Francis, Presa Grand Coulee. Recuperada de: CITATION Uni15 \l 12298 (Universidad politecnica de Valencia, 2015)gra 2.7 TURBINAS KAPLAN

La turbina Kaplan es diseñada por el ingeniero austriaco Victor Kaplan en el año 1912, es una turbina de reacción, posee un eje vertical que suele utilizarse en caídas medias y bajas. Se emplean en saltos de pequeña altura, pero mucho caudal (aproximadamente de 15 m³/s en adelante). Las amplias palas o álabes de la turbina son impulsadas por agua a alta presión liberada por una compuerta. Este tipo de turbinas son muy eficientes en cuanto a la reacción del flujo axial del agua, funcionan con un rodete que, asimila la función de la hélice de un barco. Las turbinas Kaplan, son similares a las Turbinas Francis, estas se diferencian tan solo por el tipo de rodete que utilizan y su volumen en general.

ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE UNA TURBINA KAPLAN

Elemento

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Tabla 39 Turbina Kaplan. Recuperado de: CITATION WKV15 \l 12298 (WKV Inc, 2015)

Cámara espiral

Predistribuidor

Distribuidor

Rodete

Tubo de aspiración

2.8 DESGASTES USUALES EN TURBINAS Las turbomáquinas son enormes dispositivos mecánicos que se encargan de la generación de energía. El diseño y la instalación de estos, suele ser dificultoso, sin embargo, llegan a operar sin problemas durante mucho tiempo, antes de presentar alguna falla. La operación de estos equipos debe mantenerse bajo un riguroso proceso de vigilancia continua, ya que, es necesario mantener los índices de fallas potenciales o incipientes que permitan programar su mantenimiento; esto con el fin de enfocarse en el aumento de su vida útil y confiabilidad.

Sin embargo, los procesos no solo se enfocan en la prevención de daños catastróficos, sino en el mantenimiento y la eficacia y rapidez, con la que se manejen estos eventos, puesto que, las turbomáquinas generan energía, y estas, deben ser reanudadas casi inmediatamente, para mantener el equilibrio de esta en el sector que provea.

Algunos estudios realizados en Estados Unidos indican que las estadísticas referentes al costo del mantenimiento de las turbinas, representa

0: TESIS COMPLETA.docx

71%

entre un 15 a 40% de los costos totales de la producción de las centrales de generación eléctrica. Otras estadísticas establecen que

entre un 10% a 300% del total del tiempo perdido en las centrales de generación eléctrica, se deben a fallas en los equipos rotatorios.

Estas son las principales razones, por las cuales, es de vital importancia, conocer cuáles son los factores que intervienen en el deterioro que pueda sufrir la pieza de una turbina, de esta manera, podemos tomar medidas preventivas, que detengan estos procesos, y así evitar pérdidas innecesarias de tiempo para procesos de mantenimientos no programados, que reduzcan la eficiencia y la disponibilidad de energía provista por las centrales; y en el peor de los casos, accidentes catastróficos. Existen diversos factores que pueden provocar desgastes en piezas de turbinas, principalmente, intervienen estos: Tabla 410 Factores que intervienen en el desgaste de turbinas. Información recuperada de: CITATION Söd14 \l 12298 (Söderberg, 2014) FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESGASTE DE PIEZAS DE TURBINAS.

CONTENIDO Y DEL TIPO DE SÓLIDOS ABRASIVOS. Relacionados con el tipo de agua con la que trabajan.

CAVITACIÓN

Generalmente establecida por los bajos índices de la presión del agua sobre las piezas, y la velocidad que pueda alcanzar valores máximos o presiones mínimas. MATERIAL DE FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS.

La materia necesariamente deberá poseer las características antidesgaste, adecuadas para las condiciones del trabajo. DISEÑO ÓPTIMO DE LAS OBRAS.

Influyen directamente la selección de los equipos y sus materiales. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS.

El mantenimiento debe enfocarse específicamente en dos factores: lubricación y enfriamiento.

2.9 FUNDAMENTOS DE EROSIÓN POR CAVITACIÓN La cavitación es un fenómeno de mucha importancia en la mecánica de fluidos, y de manera particular, en la influencia del funcionamiento de cualquier maquina hidráulica. Bajo determinadas condiciones, este fenómeno puede reducir la potencia suministrada y el rendimiento de las turbinas, además, estas también pueden

0: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

92%

producir vibraciones, ruido y la erosión de los materiales más cercanos. La formación de cavitación

se da en función de varios factores, interviene tanto el tipo de máquina y su diseño, su velocidad específica, entre otras variantes. Es de suma importancia evaluar estos detalles, con datos previamente establecido, suele ser positivo trabajar comparativamente en unidades con geometría similar, tanto como en unidades que posean

0: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

100%

diferentes velocidades. La evaluación debe ser auxiliada con estudios utilizando modelización y simulación para determinar el posible lugar de aparición de la cavitación

CITATION Tor16 \l 12298 (Torres, 2016).

2.9.1 CAVITACIÓN La Cavitación es el proceso de

0: TESIS COMPLETA.docx

100%

nucleación repetida, crecimiento y colapso violento de burbujas de vapor en un líquido.

Sucede cuando un líquido, se expone a tensiones de esfuerzo altas, este esfuerzo forma

0: Trabajo de Investigación en Turbinas.docx

86%

burbujas de vapor en vacío, o burbujas, dentro del líquido. Si un líquido que contiene burbujas es sometido a esfuerzos de compresión, aumentando la presión del fluido, estas burbujas

tienden al colapso,

generando los efectos de erosión sobre la superficie del sólido donde ocurre la explosión de las burbujas

CITATION Fig16 \l 12298 (

Figueroa , 2016).

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 66 Rodete dañado por cavitación. Recuperado en: CITATION Tor16 \l 12298 (Torres, 2016) 2.9.1.1 FASES DEL FENÓMENO DE LA CAVITACIÓN

Tabla 511 Fases del proceso de cavitación, Información recuperada de: CITATION Tor16 \l 12298 (Torres, 2016) FASES DEL PROCESO DE CAVITACIÓN

PRIMERA FASE

0: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

97%

Aparición y crecimiento de cavidades llenas de vapor en el interior del líquido que son arrastradas por la corriente, pudiendo aparecer junto al contorno del sólido en contacto con el líquido.

La velocidad de crecimiento será función de varios parámetros: el radio inicial de la cavidad, la presión exterior.

SEGUNDA FASE La presión exterior a la cavidad es superior a la presión de vapor, y las burbujas colapsan violentamente, condensándose casi instantáneamente y pudiendo martillar la pared sólida con elevada amplitud que puede alcanzar valores instantáneos de 500 atm. (presión) y temperaturas de 800° C debido a las ondas de choque.

El colapso propiamente dicho es muy rápido: del orden de nanosegundos. La intensidad de la implosión de la burbuja es función del tamaño de la misma y del gradiente local de presión.

Si el proceso de colapso ocurre cerca de la superficie se generan vibraciones de alta frecuencia, ya que el tiempo de colapso es muy rápido y el proceso de generación de cavidades también es muy elevado.

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 77 Posibles formas de colapso de las burbujas. Recuperado de: CITATION Tor16 \l 12298 (Torres, 2016)

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 88

0: TESIS COMPLETA.docx

100%

Representación esquemática del fenómeno de nucleación, colapso de burbujas y la emisión de ondas de choque.

Recuperado de: CITATION Llo16 \l 12298 (Llopis Morales, 2016)

2.9.1.2 DAÑOS EN MÁQUINAS HIDRÁULICAS Las siguientes, son las consecuencias negativas más dañinas en una maquina hidráulica, que convierten en un factor de alto riesgo la presencia de cavitación.

Tabla 612 Factores de riesgo en máquinas hidráulicas. Información recuperada de: CITATION Tor16 \l 12298 (Torres, 2016) CONSECUENCIAS EN MAQUINAS HIDRAULICAS

CAUSA EFECTO La formación de inestabilidades de carga parcial Como consecuencia del trabajo,

0: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

84%

con caudales inferiores al de diseño. La formación de antorchas por sobrecarga Caudales de funcionamiento superiores al de diseño. Aparición de ruido y vibraciones. Disminución de prestaciones de la máquina hidráulica, reduciendo la fiabilidad de nuestras instalaciones. Desarrollo de procesos erosivos Incremento en los gastos de mantenimiento.

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde
se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el substrato.

Ilustración 99

0: Trabajo de Investigación en Turbinas.docx

60%

Daños por cavitación en álabes de turbinas Francis. Recuperado de: CITATION Tor16 \l 12298 (Torres, 2016)

2.9.1.3 DISMINUCIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS PROBLEMAS OCASIONADOS POR LA

CAVITACIÓN Los procesos preventivos, que ayudan a disminuir los problemas de cavitación, se relacionan con las características del material, estas características oscilan entre la dureza y la ductilidad del material. Con estos factores actuando como variables, tenemos que;

0: TESIS COMPLETA.docx

100%

si la intensidad de la cavitación es baja y la corrosión es un factor acelerador significativo, alteraciones en el ambiente mediante el uso de inhibidores apropiados pueden ser útiles.

2.10

FUNDAMENTOS DE ACEROS INOXIDABLES Podemos definir al acero como una aleación 1 de hierro y carbono, sin embargo, se debe cumplir, como regla general la siguiente regla: La cantidad de C, debe ser menor al 2%; este porcentaje puede oscilar entre un 0.05% y como tope máximo, 2%.

La principal característica de los aceros inoxidable es su comportamiento inmunitario frente a la corrosión, esta característica se presenta debido a su composición química y

la presencia de un componente importante, el cromo (Cr). Siguiendo esta premisa, para que un acero cumpla la característica de resistencia a la corrosión, porcentaje deberá ser superior al 10,5% en peso, con un máximo del 1,2% de porcentaje en peso de carbono (C).

2.10.1

CLASIFICACION DE LOS ACEROS INOXIDABLES

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 1010 Esquema de la clasificación de los aceros inoxidable. Elaboración propia, 2018. 2.10.2 ACEROS AUSTENÍTICO

Dentro de la clasificación de los aceros inoxidable, son los aceros austeníticos los que más aplicaciones, en las ramas de la ciencia y la tecnología, han tenido, se han empleado en diferentes ámbitos

como: • La industria alimentaria • La industria farmacéutica • La industria química • La industria petroquímica • Proceso de calderería • Procesos de fabricación de tubos • Procesos de fabricación de electrodomésticos • Componentes de la industria aeronáutica • Fabricación de elementos decorativos arquitectónicos • Componentes

de automóviles

Tabla 715 Características de los aceros inoxidable austeníticos. Elaboración propia, 2018. CARACTERISTICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS

AISI 304 (EN 1.4301),

Información técnica

Composición química

Se caracterizan por una adición importante de níquel (Ni) y/o también de manganeso (Mn), que son elementos gammágenos, cuyo efecto es contrario al del cromo, es decir, que la adición de níquel aumenta el rango térmico de estabilidad del acero según la forma austenítica.

Propiedades mecánicas

Los aceros inoxidable austeníticos son amagnéticos y mantienen unas buenas propiedades mecánicas a temperaturas criogénicas. Asimismo, los aceros inoxidable austeníticos no sufren ninguna transformación desde su solidificación hasta temperatura ambiente por lo que no pueden ser endurecidos por tratamiento térmico.

El proceso de sensibilización, este estrechamente ligado a los calentamientos a los que se ven sometidas aquellas zonas térmicamente

afectadas, como consecuencia de un proceso de soldadura previo en

los aceros; esto genera que el acero quede sensibilizado, y pueda sufrir corrosión intergranular, en ambientes donde normalmente no deberían tener ningún tipo de corrosión

CITATION Ing171 \l 12298 (Ingemecanica, 2017).

Otra desventaja del uso de los aceros inoxidables austeniticos es que son susceptibles a procesos de corrosión intergranular. Este proceso ocurre en los aceros austeníticos, cuando permanecen durante un cierto tiempo en temperaturas que oscilan entre los 600 y 800 °C, o en su defecto,

cuando hayan sido enfriados lentamente durante este rango térmico. Cuando

este conjunto de variables se conjuga, se produce una precipitación intergranular, que se posiciona usualmente,

entre las juntas de granos de austenita. de compuestos de carburos de cromo, consecuentemente las zonas adyacentes quedan muy empobrecidas en cromo,

siendo su porcentaje en Cr menor al 12%, por lo que pierden su característica inoxidable, al carecer de la protección del cromo, finalmente quedan expuestos a la corrosión
CITATION ACE16 \l 12298 (ACERINOX, S.A, 2016).

Dentro de las alternativas para prevenir la corrosión en este tipo de aceros se muestran en la tabla 16. Tabla 816 Procesos preventivos de corrosión en aceros austénicos PROCESOS PREVENTIVOS DE CORROSION EN ACEROS AUSTENICOS

TIPOS DE PROCESOS MAS RECONOCIDOS Procesos de

enfriamientos bruscos en agua en el recocido de los aceros

Procesos de aceros con bajo contenido de carbono (grados L, con un porcentaje de C > 0,03%).

Uso de pequeñas adiciones de elementos fuertemente carburígenos, como el titanio, niobio o tántalo.

2.10.3

ACEROS DUPLEX

Los aceros inoxidables dúplex o de estructura austeno-ferrítica combinan aspectos característicos y a la vez diferenciadores de las familias de aceros austeníticos y ferríticos. Como los aceros de la familia ferrítica, muestran una buena resistencia a la corrosión bajo tensión en medios que contienen cloruros. Asimismo, los aceros inoxidables dúplex poseen una ductilidad y tenacidad intermedia entre las de ambas familias y un límite elástico apreciablemente mayor que el de los aceros ferríticos y austeníticos. Es decir, en general combinan las ventajas, aunque también algunos inconvenientes de las dos familias, ferríticos y austeníticos, por lo que en ciertas aplicaciones prácticas puede ser una opción más ventajosa

CITATION ACE16 \l 12298 (ACERINOX, S.A, 2016).

Las características de los aceros Dúplex se muestran en la tabla 17. Tabla 917 Características de los aceros Dúplex. Elaboración personal, 2018. CARCATERISTICAS DE

LOS ACEROS DUPLEX

Estructuras bifásicas. Compuesta de ferrita y austenita ($\alpha+\gamma$), cuyas propiedades van a depender de las proporciones entre ambas fases.

Contenido típico.

En ferrita se sitúa entre un 40 y 60%.

Proporción. Relativamente alta, que se sitúa en tres niveles, 18, 22 y 25%, mientras que el contenido en níquel varía entre el 3 y 7%.

Resistencia a la corrosión.

En general muy buena en virtud de su composición.

El material de los aceros dúplex, han sido utilizados en diferentes ámbitos, como: •

fabricación de tuberías para intercambiadores térmicos • tuberías para la conducción de petróleo • plataformas de ultramar • pozos de gas • tuberías en línea • cuerpos de válvulas para manejar agua de mar o bombas de fundición.

Los tipos y sus designaciones de aceros dúplex, son: • S 2001 / EN 1.4482 • S 2304 / EN 1.4362 • S 2205 / EN 1.4462 Haciendo una comparación entre los aceros Duplex y austeníticos obtenemos: Tabla 1018 Comparación de los tipos de aceros ACEROS INNOXIDABLES

TIPO ACEROS AUSTENÍTICOS ACEROS DUPLEX DIFERENCIA Menor Resistencia mecánica Menor uso en rango de temperaturas. Mayor resistencia mecánica Mayor resistencia a la corrosión bajo tensión. Resistencia a la tracción y punto de fluencia Rango de temperaturas de entre -45 y 260 °C.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN Es necesario proteger a largo plazo a las turbinas hidráulicas, debido a su importancia, en la generación de electricidad. Se han planteado tres alternativas de solución para este proyecto, se las explicara detalladamente individualmente, a continuación. 3.1 SOLDADURA GMAW La soldadura GMAW, por sus siglas en inglés, Gas Metal Arc Welding 2 , es también conocida como soldadura de tipo MIG; inicialmente tomo este nombre, debido a que, en la región americana, este tipo de soldaduras

0: <http://soldadurayestructuras.com/proceso-gmaw.html>

90%

se utilizaba únicamente con gases inertes como el argón (Ar) y el helio (He). Sin embargo, debido a la alta demanda y oferta del acero y al elevado precio de los gases inertes, la tendencia cambió y se fue acrecentando su uso, consecuentemente los soldadores

comenzaron a utilizar el proceso MAG, con dióxido de carbono (CO₂), ya que proliferaba el trabajo con aceros.

La soldadura GMAW se define como,

un proceso de soldadura por arco que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. El proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente y sin aplicación de presión

CITATION Mar15 \1 12298 (Marin Herrera, 2015). 3.1.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersion genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 1111 Fundamentos del proceso de soldadura GMAW. Elaboración propia, 2018

0: <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw>

100%

Este proceso puede ser usado con la mayoría de los metales comerciales, incluyendo aceros al carbono, aleaciones, aceros inoxidables, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio.

Es el proceso preferido para la soldadura de aluminio, magnesio, cobre y muchas de las aleaciones de metales reactivos.

La mayoría de los hierros y aceros de baja aleación pueden ser satisfactoriamente unidos por este proceso de soldadura.

La soldadura puede ser semiautomática, usando una pistola por la cual el electrodo es alimentado

automáticamente, o usando equipo totalmente automático

CITATION Ing171 \l 12298 (Ingemecanica, 2017).

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas

hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 1212 Equipo de soldadura por arco de metal y gas (GMAW). Recuperado de: CITATION Her13 \l 12298 (Hernández Cano, 2013) 3.1.2 TIPOS DE TRANSFERENCIA DE METAL EN GMAW

Tabla 1119 Descripción de los tipos de transferencia de metal en soldadura GMAW
TRANSFERENCIA DE METAL EN SOLDADURA GMAW

TIPO DE TRANSFERENCIA

DESCRIPCION

TRANSFERENCIA POR CORTOCIRCUITO Este tipo de transferencia puede emplear una mezcla de gas protector compuesta por Argón y CO₂ o bien 100% CO₂.

TRANSFERENCIA GLOBULAR La transferencia globular ocurre a más altos rangos de amperaje que el cortocircuito, aquí el metal fundido de aporte forma una bola de aproximadamente dos veces el diámetro del electrodo que al tocar la superficie del metal fundido, se funde y transfiere al chorro de metal, este tipo de transferencia no es comúnmente usado.

TRANSFERENCIA POR SPRAY La transferencia por spray ocurre todavía a más altos amperajes que el globular, con diámetros grandes de alambre y una mezcla de gas rica en argón, el proceso genera gran cantidad de calor.

TRANSFERENCIA POR SPRAY Y ARCO PULSADO Este tipo de transferencia es una variación de la transferencia por spray, pero con arco "pulsado", aquí la fuente de poder pulsa o varía el amperaje en un rango de corriente varios cientos de veces por segundo, a niveles de corriente altos se forma una pequeña gota de metal fundido que se transfiere a través del arco al charco.

El equipo básico para el proceso de soldadura GMAW, es el

siguiente: • Pistola (enfriada por aire o agua) • Unidad de alimentación del electrodo • Control de soldadura • Fuente de potencia para soldadura • Suministro regulado de gas protector • Suministro de electrodo • Cables y mangueras para interconexión • Sistema de recirculación de agua (para pistolas enfriadas en agua)

CITATION Her13 \l 12298 (Hernández Cano, 2013)

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el substrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el substrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el substrato.

Ilustración 1313 Equipo para proceso de soldadura GMAW. Recuperado de: 3.1.3

CONSUMIBLES

Los consumibles del proceso GMAW son los electrodos y los gases protectores.

Estos

son factores que influyen en la elección del gas protector y del electrodo: • Metal base • Propiedades que debe tener el metal de soldadura • Condición y limpieza del metal base • Tipo de servicio o requerimiento de especificación aplicable • Posición de soldadura • Modalidad de transferencia de metal que se piensa usar

CITATION Her13 \l 12298 (Hernández Cano, 2013). 3.1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS Tabla 1220 Ventajas y limitaciones de la soldadura GMAW. Elaboración personal, 2018. SOLDADURA GMAW

VENTAJAS DESVETAJAS

Tasas de deposición bastante más alta que con la soldadura por arco de metal protegido

El equipo de soldadura es más complejo, costoso y menos portable que el de SMAW.

Puede soldarse en todas las posiciones. GMAW es más difícil de usar en lugares de difícil acceso.

No tiene restricción de tamaño de electrodo.

Los niveles relativamente altos de calor radiado y la intensidad del arco más alta.

Casi no requiere limpieza después de la soldadura.

El arco de soldadura debe protegerse contra corrientes de aire que puedan dispersar el gas protector.

Es posible depositar soldaduras largas sin parar

3.2 MODIFICACIÓN SUPERFICIAL “SURFACING” Es un proceso que se utiliza para describir el proceso de alteración de las características de la superficie de un componente para lograr una mejora en las propiedades de la superficie. Uno de los objetivos es posibilitar el diseño y la fabricación de componentes con una combinación de propiedades a granel y de superficie que no se puedan obtener en un componente de material monolítico único. Existen numerosos procesos de revestimiento que pueden usarse para depositar un recubrimiento o modificar la estructura de la superficie. Van desde la galvanoplastia más tradicional, superposición de soldadura, pulverización térmica y tratamientos termoquímicos (carburización, nitruración) hasta tecnologías más nuevas como la deposición física de vapor (PVD), deposición de vapor químico (CVD), implantación de iones, modificación de la superficie del láser, plasma tratamientos de difusión termoquímica y pulverización en frío. El espesor del revestimiento varía desde varios milímetros para superposiciones de soldadura hasta algunas micras para revestimientos de PVD y CVD; mientras que la profundidad de modificación de la superficie puede variar desde 0,5 micras o menos para la implantación de iones, hasta más de un milímetro para la nitruración. Del mismo modo, las propiedades de recubrimiento pueden variar considerablemente. Por ejemplo, la dureza superficial se puede modificar a 1000 HV para aceros nitrurados y hasta 3500 HV con la deposición de un recubrimiento de PVD TiN. Los recubrimientos y tratamientos disponibles son numerosos, y siguen aumentando, para que la selección sea una tarea difícil para los no especialistas. Varios tratamientos de superficie alternativos a menudo pueden proporcionar soluciones aceptables en una aplicación determinada. La selección final debe considerar el costo y los aspectos prácticos del tratamiento, teniendo en cuenta la composición, el tamaño y la forma del componente en cuestión CITATION TWI16 \l 12298 (TWI GLOBAL, 2016).

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el substrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el substrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Ilustración 1414 Proyección de tipo de surfacing. Recuperado de: CITATION Nea14 \l 12298 (Nearyou, 2014) 3.2.1 TIPOS DE SURFACING

3.2.1.1 CLADDING En el proceso de Cladding, una capa gruesa de un poco de metal de soldadura, como acero inoxidable, se coloca sobre una placa de acero de carbono o de baja aleación para que sea resistente a la corrosión. El revestimiento también debe resistir la corrosión localizada, como picaduras, corrosión en grietas, corrosión intergranular y agrietamiento por corrosión bajo tensión. Para el revestimiento, normalmente se utilizan acero inoxidable o una de las aleaciones a base de níquel, aunque las aleaciones a base de cobre, la plata y el plomo también se utilizan para algunas aplicaciones específicas. Aunque la principal ventaja del revestimiento es la creación de una superficie resistente a la corrosión de bajo costo, pero también combina un material de alta resistencia como aceros de baja aleación para el respaldo con material resistente a la corrosión como el acero inoxidable. Sin embargo, como regla general, la fuerza del material de revestimiento no se tiene en cuenta en el diseño del componente. El uso principal del revestimiento se realiza en la producción de buques para plantas químicas, de papel, de refinación de petróleo y de energía nuclear. Los reactores recubiertos de cobre se utilizan para la producción de cerveza que también es corrosiva, mientras que las plantas de procesamiento y envasado de alimentos hacen un uso extensivo de acero inoxidable para evitar la acción corrosiva de los alimentos CITATION Art14 \l 12298 (Artemenko, Fedyukin, & Francis, 2014). 3.2.1.2 HARDFACING Hardfacing, un metal se deposita sobre otra superficie para aumentar la dureza de la superficie y para que sea resistente a la abrasión, el impacto, la erosión, la excoiación y la cavitación. Al igual que en el revestimiento, la resistencia de la capa de refuerzo no se incluye en el diseño del componente. La resistencia a la abrasión es la aplicación más importante de recargue. En general, se depositan un máximo de tres capas de aleaciones de recargue. Debido a que una dilución excesiva reduce la efectividad de la recargue, es esencial evitar la penetración excesiva y la mala unión de las perlas adyacentes. El diseño debe ser tal que proporcione un soporte adecuado para la superficie y, en la medida de lo posible, debe cargarse en compresión en lugar de tensarse o cortarse. Bajo estas condiciones, el revestimiento rígido puede demostrar efectivamente sus ventajas económicas. Hardfacing encuentra un uso extensivo en equipos de construcción que incluyen hojas de bulldozer, hojas de raspadores y tolvas de roca, así como para equipos textiles y revestimientos de válvulas de motor CITATION Nea14 \l 12298 (Nearyou, 2014). 3.2.1.4 BUTTERING Buttering es el proceso de depositar una o más capas de un material entre aquellos materiales metalúrgicamente incompatibles que individualmente tienen compatibilidad con el material que forma la capa de buttering. Se usa especialmente para unir acero inoxidable a un metal base de acero al carbono o de baja aleación. Si no se utiliza una capa de buttering, la resistencia a la corrosión del acero inoxidable se reducirá, pero si se deposita una capa de níquel o material de Ni-Cr sobre el metal base antes de depositar el acero inoxidable de alta aleación, no se observa deterioro de la resistencia a la corrosión. Un ejemplo común de este proceso se encuentra en la planta de energía nuclear para unir acero inoxidable revestido a una boquilla de acero de baja aleación untada con

aleación de Ni-Cr-Fe a tuberías de acero inoxidable usando un metal de aporte de Ni-Cr-Fe. También se puede usar para unir acero al carbono a acero de baja aleación cuando se debe evitar el alivio de la tensión de la soldadura completa CITATION TWI16 \l 12298 (TWI GLOBAL, 2016). Tabla 1321 Diferentes tipos de soldadura con proceso surfacing.

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

3.2.2 ELECCIÓN DEL PROCESO La selección de un proceso de recubrimiento depende del material del sustrato, tipo y naturaleza del depósito requerido, tasa de producción, tamaño y forma del componente a revestir, la condición del servicio al que se va a colocar y la disponibilidad del equipo. 3.2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SURFACING Tabla 1422 Proceso de Surfacing, ventajas y desventajas. Elaboración propia, 2018 PROCESO DE SURFACING

VENTAJAS DESVENTAJAS Abrasión sin gran impacto,

Rodamiento, deslizamiento y contacto metal con metal, Los bordes cortantes operan a temperaturas normales Abrasión combinada y impacto pesado Superficies sometidas a servicio a temperaturas elevadas. Erosión y corrosión,

3.3 METALIZACIÓN La metalización es un proceso que permite la creación de recubrimientos funcionales, de manera superficial. Este revestimiento incluye material de revestimiento metálico, o en su defecto, de naturaleza no metálica, finamente dispuesto fundido sobre un sustrato, o material base; este proceso también es conocido, como "Rociado térmico", "Termorociado" o "Thermal spray" CITATION Ame17 \l 12298 (American Welding Society, 2017). Tabla 1523 Esquema de metalización. Recuperado de:

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersion genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el substrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el substrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en “gotitas”

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Existen diferentes tipos de procesos de metalización, se caracterizan por el método de generación de calor que utilizan, son: 3.3.1.1 METALIZACIÓN EN FRÍO Los procesos de metalización en frío, utilizan la energía eléctrica, como su fuente de calor: Tabla 1624 Grupos referidos a los procesos de metalización, por su fuente de calor. Elaboración propia, 2018.

PROCESOS DE METALIZACION EN FRÍO

GRUPO I: ELÉCTRICO Arco Eléctrico, Arc Spray (TAFA)

Arco Eléctrico con Propulsión (Jet)

GRUPO II: PLASMA Plasma de Arco No-Transferido (PSP)

Plasma de Arco Transferido (PTA)

CITATION Sag13 \l 12298 (Sagñay Castañeda, 2013) 3.3.1.2 METALIZACIÓN EN CALIENTE En el proceso de metalización en caliente, se utilizan gases combustibles como fuente de calor. Tabla 1725 Procesos de metalización en caliente. Elaboración propia, 2018. CITATION Beg16 \l 12298 (Begniss, 2016)

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

3.3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS Tabla 1826 Ventajas y desventajas del proceso de metalización. Elaboración propia, 2018. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCESO DE METALIZACIÓN

VENTAJAS DESVENTAJAS RESISTENCIA AL DESGASTE POR CORROSIÓN: RECUPERACIÓN DIMENSIONAL PREPARACIÓN DEL SUBSTRATO O SUPERFICIE A METALIZAR. RESISTENCIA AL DESGASTE

Solventes. Recupera dimensiones de elementos mecánicos No resiste esfuerzos cortantes. Abrasión. Gases sulfurosos. El recubrimiento tendrá las mismas o mejores características que el material original. Elevadas cargas puntuales podrían desprender el metalizado. Erosión. Altas temperaturas. Baja resistencia al impacto. Fricción. Ácidos. Cavitación

Para seleccionar la mejor alternativa, se establecen los criterios de selección, entre estos, tenemos los expuestos a continuación: • Complejidad: nivel de dificultad para el desarrollo de la propuesta • Confiabilidad: nivel de confianza que genere el desarrollo de la propuesta • Mantenibilidad: nivel de mantenimiento necesario que necesite la propuesta • Durabilidad: nivel de sostenibilidad que posee la pieza recuperada • Adaptabilidad: nivel de confianza en el ambiente de desarrollo Para la calificación de cada criterio, se empleará el método ordinal corregido de criterios ponderados de CITATION Rib15 \l 12298 (Riba, 2015) Mediante este proceso se aplica la comparación entre cada una de las variables a tener en cuenta, se asigna a las misma un valor de importancia. CITATION Gui15 \l 12298 (Guintini, 2015) Tabla 1927 Criterios de elección para las alternativas. Elaboración personal, 2018. VALOR = 1

CRITERIO a <CRITERIO b VALOR = 0.5 CRITERIO a =CRITERIO b VALOR = 0 CRITERIO a >CRITERIO b

3.4.1 MATRIZ DE DECISIÓN Opción A: Surfacing Opción B: Metalización Opción C: Soldadura GMAW Tabla 2028 Matriz de selección de la alternativa. Elaboración propia, 2018. CRITERIO DE SELECCIÓN

PONDERACIÓN OPCION A OPCION B OPCION C COMPLEJIDAD 0,23 2 0,46 5 1,15 5 1,15
 CONFIABILIDAD 0,23 3 0,69 4 0,92 2 0,46 MANTENIBILIDAD 0,20 3 0,60 4 0,80 3 0,60
 DURABILIDAD 0,17 2 0,34 4 0,68 4 0,68 ADAPTABILIDAD 0,17 3 0,51 4 0,68 2 0,34 TOTAL 2,60
 4,23 3.23

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

4 .1 PROPOSITO

Alargar la vida útil de las turbinas hidráulicas ya que muchas veces son descartadas por fallas que pueden ser corregidas. El elevado costo de importación de las turbinas hidráulicas, además de la espera debido a la transportación. 4.2 OBJETIVO

4.2.1 OBJETIVO GENERAL • Elegir la alternativa tecnológica más conveniente, para el proceso de recuperación de componentes de turbinas hidroeléctricas. 4.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS • Examinar la bibliografía existente, sobre ensayos y pruebas realizados para la verificación del comportamiento, de las diferentes alternativas tecnológicas. • Comparar la normativa que

rigen las pruebas de comportamiento, de las diferentes alternativas tecnológicas. 4.3
JUSTIFICACIÓN

Es necesario saber adaptar la ingeniería al medio en que se encuentra un problema. Si bien es cierto, en Ecuador, existe una tendencia a la recuperación de materiales, ya que el costo de la exportación representa para las pequeñas y grandes industrias, un gasto exorbitante que, en la mayoría de los casos, no puede ser cubierto. La ingeniería de recuperación nos permite abaratar costos, al tiempo que logra optimizar piezas y materiales para su uso a largo plazo.

Siendo el sector Hidroeléctrico, uno de los nuevos enfoques estratégicos para la economía del país, es necesario encontrar procesos que, consecuentemente, permitan evitar la chatarrería de piezas importantes, y que, al contrario, fomente la recuperación.

Este proyecto pretende encontrar un proceso adecuado para la recuperación de turbinas hidroeléctricas, tomando en cuenta las variables cualitativas y cuantitativas que se han presentado a lo largo de la revisión de la literatura; entendiendo la complejidad del problema espacialmente, y encontrado soluciones que se adapten al medio.

Realizando el análisis entre las tablas anteriores podemos concluir que las empresas a cargo de CELEC E.P son aquellas que disponen del 87.76% de potencia instalada a nivel nacional. De acuerdo con la Investigación, el número de centrales hidroeléctricas que funcionan con turbinas Francis y Pelton a cargo de CELEC E.P se resume en la siguiente tabla CITATION CEL16 \1 12298 (CELEC, 2016).

Tabla 2129 Turbinas FRANCIS y PELTON a cargo de CELEC E.P

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

TIPO DE TURBINA

PELTON FRANCIS

Paute - Molino 10

San Francisco 2

Marcel Laniado 3

Mazar 2

Agoyán 2

Pucará 2

12 9

CITATION CEL16 \1 12298 (CELEC, 2016)

Tabla 2230 Turbinas FRANCIS y PELTON a cargo de CELEC E.P

PROYECTO

N°

UNIDADES POTENCIA (MW) CLASE DE TURBINA

1 Coca Codo Sinclair 8 1500 PELTON

2 Minas 3 285 PELTON

3 Ocaña 2 26 PELTON

4 Topo 2 17 PELTON

5 Abanico 2 15 PELTON

6 Sigchos 2 18 PELTON

7 Pilalo 3 2 11 PELTON

8 Victoria-Quijos 2 10 PELTON

9 San Jose De Minas 2 7,5 PELTON

10 Chorrillos 1 3,2 PELTON

11 Cuyuja 2 20 PELTON

12 Unión 2 83,9 FRANCIS

13 Sisimbe 2 18 FRANCIS

14 Calope 2 15 FRANCIS

15 Tumiguina-Papallacta 2 1,8 FRANCIS

16 Abitagua 1 78 FRANCIS

17 Baba 2 45 FRANCIS

18 Quijos 2 39,6 FRANCIS

19 Sabanilla 2 19,9 FRANCIS

20 Jondachi 2 18,8 FRANCIS

21 Pilaton San Carlos 2 8 FRANCIS

22 S.J Del Tambo 2 7 FRANCIS

23 La Delicia 2 5,8 FRANCIS

24 Guapulo 2 3,2 FRANCIS

25 La Esperanza 4 6 KAPLAN

26 Poza Honda 2 3 KAPLAN

59 2265.7

CITATION CEL16 \1 12298 (CELEC, 2016)

Como conclusión en los cuadros anteriores tanto de las centrales pertenecientes a CELEC E.P como los futuros proyectos hidroeléctricos demuestran la existencia de una gran cantidad de elementos hidromecánicos de las turbinas Francis y Pelton de generación eléctrica que necesitan y necesitarán el servicio de reconstrucción una vez que dichos elementos se encuentren fuera de servicio.

4.4 MANUAL DE PROCESO PARA METALIZACIÓN, ENFOCADO EN LA RECUPERACIÓN DE TURBINAS.

Tabla 2331 Proceso de metalización. Elaboración propia, 2018. PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada. TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas. ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

CITATION Ame17 \l 12298 (American Welding Society, 2017)

Tabla 2432 Etapas de la metalización. Elaboración propia, 2018.

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidable

Aceros Inoxidable Austeníticos

Aceros Inoxidable Ferríticos

Aceros Inoxidable Martensíticos

Aceros Inoxidable Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato. CITATION Beg16 \l 12298 (Begnis, 2016) La naturaleza de este proceso se define como sinérgica, es decir, que existen diferentes

variables involucrados, estos actúan juntos y si están apropiadamente aplicados, producen un efecto armónico conocido como metalización óptima. Tabla 2533 Proceso de metalización óptima. Elaboración propia, 2018.

PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado sustrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada.

TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan

Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersión genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas.

ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en “gotitas”

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

Tabla 2634 Temperatura de fuentes de calor para los diferentes. Elaboración propia, 2018.
FUENTE

TEMPERATURA °C PROPANO, OXIGENO 2526 – 2640 GAS NATURAL, OXIGENO 2538 – 2735 HIDROGENO, OXIGENO 2660 – 2690 PROPILENO, OXIGENO 2843 MAPP*, OXIGENO 2927 ACETILENO, OXIGENO 3000 – 3100 ARCO ELECTRICO 2500 – 3000 ARCO PLASMA 2200 – 28000 CITATION Ame17 \l 12298 (American Welding Society, 2017) Existen variaciones de este proceso de rociado térmico, sucede en los materiales que se utilizan para la aspersión, calentamiento, y propulsión de los materiales hacia el sustrato. Los revestimientos rociados térmicamente tienen tres aspectos básicos

4.5 ASPECTOS BASICOS DEL REVESTIMIENTO TERMICO

Tabla 2735 Aspectos físicos del revestimiento termino. Elaboración propia, 2018. ASPECTOS BASICOS DEL REVESTIMIENTO TERMICO

SUBSTRATOS

Incluyen metales, cerámicas, vidrios, polímeros y maderas. La preparación del sustrato antes de la aspersión es requerida para todas Dos aspectos importantes, en la limpieza de la superficie, para eliminar la contaminación que disminuirá la unión del revestimiento al sustrato y el mantenimiento de rugosidad superficial o irregularidades que permitirán la adhesión del revestimiento y crear una mayor área de superficial efectiva.

ENLACE DE UNIÓN

La unión entre el revestimiento y el sustrato puede ser mecánica, química

La adhesión depende de una serie de factores, tales como el material del revestimiento, condición del sustrato, grado de rugosidad de la superficie, limpieza, temperatura de la superficie antes y después de la aspersion y velocidad de impacto de la partícula.

ESTRUCTURA DEL REVESTIMIENTO

La estructura depositada y la química del revestimiento rociado térmicamente al ambiente son diferentes de aquellas del mismo material en forma manufacturada antes de ser rociados térmicamente. Las diferencias en la estructura y la química son debidas a la naturaleza del revestimiento, la reacción con los gases del proceso y la atmósfera en el entorno del material, cuando está en el estado fundido. En el caso de que el aire u oxígeno sean usados como gases del proceso, óxidos del material aplicado son formados y se hacen parte integral del revestimiento.

CITATION Gui15 \l 12298 (Guintini, 2015) 4.6 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS DISTINTOS PROCESOS DE METALIZACIÓN Tabla 2836 Características y propiedades de los distintos procesos de metalización. Elaboración propia, 2018.

VELOCIDAD DE LA PARTICULA ADHERENCIA CONTENIDO DE OXIDO EN METALES %
 POROSIDAD VELOCIDAD DE DEPOSICION ESPESOR TIPICO DEL PROCESO LLAMA 40 >8 10 – 15
 10 – 15 1 10 0.2 – 10 RC SPRAY 100 10 – 30 10 – 20 5 – 10 6 - 60 0.2 – 10 PLASMA 200 – 300 20 –
 70 1 – 3 5 – 10 1 - 5 0.2 - 2 HVOF 200 - 300 <70 1 - 3 5 – 10 1 - 5 0.2 - 2 CITATION Mor13 \l 12298
 (Moreano Merchán, 2013) 4.7 ENAYOS NO DESTRUCTIVOS Los ensayos no destructivos son aquellos ensayos que no alteran la forma ni las propiedades de un objeto. No producen ningún tipo de daño en él o e daño es prácticamente imperceptible. Este tipo de ensayos sirven para estudiar propiedades físicas, químicas o mecánicas de algunos materiales.

Tabla 2937 Ensayos destructivos. Elaboración propia, 2018. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

INSPECCIÓN VISUAL.

- Inspección visual de soldadura en fabricación (control de calidad del acabado, forma y tamaño).
- Inspección mecánica de todo tipo de soportes de tubería en el montaje y en la operación.
- Inspección en servicio de equipos y componentes, desde intercambiadores de calor hasta tornillería.
- Detección de fugas en sistemas de tuberías y juntas embridadas.
- Detección de corrosión, erosión y/o degradaciones propias del servicio en bombas, válvulas, tuberías, estructuras, etc

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

RADIOGRAFIA. Consiste en atravesar el componente a ensayar con un haz de radiación electromagnética ionizante (rayos gamma o rayos X).

Esta radiación será más o menos absorbida por las discontinuidades internas de la pieza, una vez revelada muestra la localización de dichas discontinuidades.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

LIQUIDOS PENETRANTES. Se caracteriza porque es prácticamente independiente de la forma de la pieza a ensayar

El líquido penetrante halla su camino hacia discontinuidades pequeñas o aberturas mediante la "acción capilar"

El aire atrapado es despejado por el líquido penetrante y se difunde desplaza hacia la superficie.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

PARTICULAS MAGNETICAS Tipo de ensayo aplicable a materiales ferromagnéticos como componentes acabados, palanquillas, barras laminadas en caliente, fundiciones y piezas forjadas.

Es fundamental la presencia de magnetismo en la pieza que se va a examinar, aplicar el medio o las partículas para la inspección e interpretar los patrones que forman las partículas cuando se ven atraídas por las fugas de campo magnético causadas por discontinuidades de la pieza.

4.8 RIESGOS Y PRECAUCIONES EN EL PROCESO DE TERMOROCIADO Algunos riesgos en salud y seguridad están presentes en el rociado térmico. Esto incluye procesos de preparación y acabado, así como el proceso de aspersion en sí.

Tabla 3038 Riesgos en el proceso de metalización. Elaboración propia, 2018.

PELIGROS

FACTOR DE RIESGO

CONSECUENCIA

MEDIDAS APLICABLES

Atrapamiento

Mecánico

Fracturas

mantener la concentración durante el ejercicio de la tarea

Golpes Cefálicos

Mecánico

Traumas

utilizar el epp adecuado

Zona de carga y descarga

Mecánico

Arrollamientos y caídas

mantener la concentración durante el ejercicio de la tarea

Tabla 3139 Precauciones en el proceso de metalización. Elaboración propia, 2018.

PULIDO Y DEBASTE Ruido

Físico

Sordera

Utilizar El Epp Adecuado

Vibraciones Físico

Estrés

Utilizar El Epp Adecuado

Cortocircuitos Físico

Desconsumo De Primeros Auxilios

Mantenimiento De Cables Eléctricos

Exposición A Altas Temperaturas Físico

Quemaduras

Utilizar El Epp Adecuado

Tabla 3240 Precauciones en el proceso de metalización. Elaboración propia, 2018.

ALMACENAMIENTO Golpes Cefálico

Mecánico

Contusiones

Utilizar El Epp Adecuado

Dirección De Camión Mecánico

Arrollamiento

Mantener La Concentración Durante El Ejercicio De La Tarea

Zona Carga Y Descarga Mecánico

Caídas Y Arrollamientos

Mantener La Concentración Durante El Ejercicio De La Tarea

SOLDADURA, METALIZADO, MECANIZADO Ruido

Físico

Sordera

Utilizar El Epp Adecuado

Cortocircuito Físico

Desconocimiento Ante La Emergencia

Mantenimiento De Cables Eléctrico

Riesgo De Incendio Físico

Quemaduras

Uso Adecuado De Extintores

Sustancias Nocivas Químico

Dificultad Al Respirar

Utilizar El Epp Adecuado

4.9 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO PARA PROCESO DE METALIZACIÓN.

Tabla 3341 selección del EPP

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

CLASE

EQUIPO

TIPO DE PROTECCION

DE CABEZA

Casco

Contra Caída De Objetos Y Golpes

DE OJOS Y CARA

Gafas, Pantallas Faciales

Contra Proyecciones Y Salpicaduras

DE OIDOS

Protectores Auditivos

Contra El Ruido

DE VIAS RESPIRATORIAS

Respiradores

Contra Vapores Rganhos Y Partículas

DE MANOS Y BRAZOS

Guantes

Contra Golpes, Cortaduras, Salpicaduras

DE CUERPO ENTERO

Ropa De Trabajo, Impermeables

Contra El Agua, Equipo De Salvamento

4.10 SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO. Tabla 3442 señalización de áreas de trabajo.

AREA

SEÑALETICA

DESCRIPCIÓN

ALMACENAMIENTO, MECANIZADO, METALIZADO, PULIMENTO

Obligación Uso Obligatorio De:

Guantes Caso De Seguridad chaleco Reflejante Ropa De Trabajo Calzado De Seguridad

Peligro Peligro:

Paso De Montacargas Camión Grúa Zona De Descarga

Prohibido Paso Al Personal No Autorizado

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

5.1 COSTOS DEL PROCESO DE METALIZACION Los valores obtenidos se han obtenido a través de cotizaciones hechas en diferentes empresas. COSTOS PARA PREPARACION SUPERFICIAL EN PROCESO DE METALIZACION MATERIAL GRANALLAS DE OXIDO DE ALUMINIO \$ 500 MATERIAL POLVOS DE METALIZACION, MODULO DE 30 LB. \$1550 MANO DE OBRA POR M2 DE PREPARACION \$50 C/U

COSTOS PARA CONSUMIBLES EN PROCESO DE METALIZACION MATERIAL TANQUES DE OXIGENO \$ 950 MATERIAL COMBUSTIBLE Y NITROGENO \$850 MATERIAL MATERIAL METALOGRAFICO \$850 MATERIAL TINTAS PENETRANTES \$900 MATERIAL PARTICULAS MAGNETICAS \$900 TOTAL \$4450

COSTOS PARA APLICACIÓN DEL PROCESO DE METALIZACION IN SITU ARRIENDO DE MAQUINARIA COMPRESOR, EQUIPO DE GRANALLADO, MATERIAL DE PROTECCION \$10.400 TRANSPORTE POLVOS DE METALIZACION, MODULO DE 30 LB. \$565

TOTAL \$10.965

5.2 COSTOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

ULTRASONIDO

INSPECCION HASTA 15M LINEALES DE SOLDADURA

\$ 300 MAS IVA RADIOGRAFIA EJECUCION DE 30 RADIOGRAFIAS \$360 MAS IVA TINTAS NO PENETRANTES INSPECCION HASTA 30M LINEALES DE SOLDADURA

\$300 MAS IVA

CONCLUSIONES En el aspecto nacional, se encuentran muchas opciones que validen la posibilidad de restauración de equipos, como turbinas, que mejoren los procesos sin necesidad de adquirir, mediante una fuerte inversión, maquinaria exportado. Por lo tanto, como propuesta tecnológica, recurrir al proceso de metalización, para la recuperación, es la mejor opción, ya que nos permite obtener funcionalidad a un costo, que no necesariamente nos representara una deuda. Mediante el proceso de Metalización, se permite, de manera efectiva, la recuperación de máquinas hidráulicas, este proceso, que se ha desarrollado durante la investigación, posee una fundamentación teórica y contextual bastante extensa, que he permitido establecer bases sólidas en la proyección de resultados positivos. Ventajosamente, este proceso no solo aporta bases tecnológicas aplicables, sino que, genera un precedente en la poco conocida, ingeniería de recuperación; que representa para el país un puente económico que evita inversiones millonarias en exportaciones de piezas.

RECOMENDACIONES

- Al revalorar nuestros recursos técnicos-económicos el país puede construir sus propias turbinas hidráulicas y dejar de depender de los países desarrollados.
- Inyectar valor tecnológico a los recursos que posee el país, para implementar nuevos emprendimientos que generen solvencia en la economía ecuatoriana.
- ¿La utilización de un horno eléctrico y montacargas eléctrico ayudan a disminuir la contaminación ambiental, además cuidan la salud del personal del personal de evaluar

BIBLIOGRAFÍA Sagñay Castañeda, B. (2013). Obtenido de <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/2439?mode=full> Yepes Piqueras, V. (2013). Universidad politecnica de Valencia. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/16/turbina-francis/> ACERINOX, S.A. (2016). Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn102.html> American Welding Society. (2017). Obtenido de https://app.aws.org/forum/topic_show.pl?tid=14942 Artemenko, Y., Fedyukin, S., & Francis, N. (2014). Investigation of the processes of surfacing joint faces. Atmosfera Comunicativa. (2015). Obtenido de <http://atmosferacomunicativa.blogspot.com/2012/05/quien-fue-leonardo-da-vinci-y-que.html> Begnis, S. (2016). Obtenido de <http://www.metalizadorasifone.com.ar/proceso.html> CALAMEO. (2016). Turbinas Hidraulicas. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/001577264e733fda48f75> CELEC. (2016). Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/hidroagoyan/index.php/cirt/ingenieria-de-recuperacion-diseno-y-optimizacion> Centro Historico de Cordoba. (2013). Obtenido de <http://www.cordobapatrimoniodelahumanidad.com/historia.php> Cordova, R. (2015). Desde la ciencia. Obtenido de <http://www.uca.edu.sv/deptos/ccnn/dlc/pdf/turbinas.pdf> EIA. (2016). Historia de la rueda hidraulica. ESpaña. Obtenido de http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/rueda_hidraulica/rueda_hidraulica.html Figueroa , F. (2016). Procesos de cavitación. Chile. Guintini, B. (2015). Obtenido de <https://maquinasyequipos.com.ar/wp-content/uploads/2018/06/Informe-especial-Metalizaci%C3%B3n-por-proyecci%C3%B3n-Edigar.pdf> Hernández Cano, H. (2013). Site of google. Obtenido de <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5->

0: <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw>

100%

[procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw](https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw)

Ingemecanica. (2017). Ingemecanica. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn102.html> INSA. (2018). tHE MULTIMEDIA CORROSION GUIDE. Obtenido de http://www.cdcorrosion.com/mode_corrosion/corrosion_erosion_gb.htm Llopis Morales, M. (2016). Repositorio de la universidad de Cartagena. Obtenido de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6658/tfg-llo-lub.pdf?sequence=1> Marin Herrera, A. (2015). Soldaduras y estructuras. Obtenido de <http://soldadurayestructuras.com/proceso-gmaw.html> Moreano Merchán, O. (2013). Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90119/D-79619.pdf> Nearyou, I. (2014). Branch. Obtenido de <http://nearyou.imeche.org/docs/default-source/hong-kong-branch/21-40.p> Ortiz , I. (2017). EIA. Obtenido de <http://fluidos.eia.edu.co/>

hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/rueda_hidraulica/rueda_hidraulica.html Riba. (2015). Obtenido de https://www2.uned.es/socioestadistica/Practicas_%20ejercicios_guia/practica6.pdf Shirit, J. (2016). Surfacing of Metals: Meaning, Types and Selection | Metallurgy. Obtenido de <http://www.yourarticlelibrary.com/welding/surfacing/surfacing-of-metals-meaning-types-and-selection-metallurgy/97691> Söderberg, A. (2014). Desgastes usuales en turbinas hidráulicas. Obtenido de [file:///C:/Users/Day/Downloads/1393541414-530fc126d0bfa%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Day/Downloads/1393541414-530fc126d0bfa%20(2).pdf) Soto Acosta, L. (2015). EIA. Obtenido de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/centraleshidroelectricassoto/centraleshidroelectricassoto.html> SPTC. (2015). Obtenido de <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica> Torres, S. (2016). Bitstream. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> TRIPOD. (2017). TRIPOD. Obtenido de http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm TWI GLOBAL. (2016). Obtenido de <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/faq-what-is-surfacing/> UCA. (2016). Breve historia de las turbinas hidráulicas. UCA. Universidad politecnica de Valencia. (2015). Turbinas Francis. Valencia, España: Universidad politecnica de Valencia. WKV Inc. (2015). WKV Inc. Obtenido de <https://www.wkv-ag.com/es/contacto-y-servicio/declaracion-de-privacidad.html> Zuluaga Salazar, J. (2015). Obtenido de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html>

1 Combinación o mezcla 2 Soldadura por arco de metal y gas , 35 PROCESO DE METALIZACIÓN

1. Calentamiento del material de aporte

Consistencia: polvo o alambre

hasta obtener un estado fundido o semi-fundido

2. Este material se transporta mediante una corriente de gas o de aire comprimido para su depósito

Se crea una estructura en la superficie de un determinado substrato.

3. Durante el proceso se emplea una fuente generadora de calor y un material de aporte.

Que se alimenta en forma de polvo o de alambre.

Con la ayuda de la fuente de calor

El material de aporte que se alimenta, se funde

se proyecta sobre la superficie previamente preparada. TIPOS DE TURBINAS Turbinas de acción Pelton Eje horizontal Eje vertical Curtiss Laval Turbinas de reacción Francis Turbina Francis normal Turbina Francis rapida Turbina Francis extra rapida Dériaz Hélice Kaplan Clasificación de los aceros inoxidables

Aceros Inoxidables Austeníticos

Aceros Inoxidables Ferríticos

Aceros Inoxidables Martensíticos

Aceros Inoxidables Dúplex

Alimentación automática de un electrodo continuo consumible, que se protege mediante un gas de procedencia externa. Operación semiautomática de velocidad y dirección de desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Operación

con gases reactivos, como el CO₂ así como gases inertes.

La pistola de aspersion genera el calor necesario Utilizando gases combustibles o un arco eléctrico Cuando los materiales sólidos son calentados ellos cambian a un estado plástico o fundido Y son acelerados por un gas comprimido Las partículas calentadas son impulsadas hacia el sustrato y chocan con su superficie se aplanan y forman finas partículas laminales que se solidifican Conformándose y adhiriéndose a las irregularidades de la superficie preparada, y entre sí, formando una estructura laminar. La unión entre el depósito rociado térmicamente y el sustrato es del tipo mecánica, metalúrgica, química, física o una combinación de estas formas. ETAPAS DE LA METALIZACIÓN

Atomización

tiene lugar el rompimiento del material de aporte fundido líquido en "gotitas"

Deposición

la gotita está viajando e interactúa con el gas

la gotita impacta e interactúa con el sustrato.

[Metadata removed]

Hit and source - focused comparison, Side by Side:

Left side: As student entered the text in the submitted document.

Right side: As the text appears in the source.

Instances from: TESIS COMPLETA.docx

13 71%

entre un 15 a 40% de los costos totales de la producción de las centrales de generación eléctrica. Otras estadísticas establecen que

13: TESIS COMPLETA.docx 71%

entre un 15% y 40% de los costos totales de la producción de las centrales de generación típicas. Otras estadísticas revelan que

16 100%

nucleación repetida, crecimiento y colapso violento de burbujas de vapor en un líquido.

16: TESIS COMPLETA.docx 100%

nucleación repetida, crecimiento y colapso violento de burbujas de vapor en un líquido.

19 100%

Representación esquemática del fenómeno de nucleación, colapso de burbujas y la emisión de ondas de choque.

19: TESIS COMPLETA.docx 100%

Representación esquemática del fenómeno de nucleación, colapso de burbujas y la emisión de ondas de choque.

22 100%

22: TESIS COMPLETA.docx 100%

si la intensidad de la cavitación es baja y la corrosión es un factor acelerador significativo, alteraciones en el ambiente mediante el uso de inhibidores apropiados pueden ser útiles.

2.10

Si la intensidad de la cavitación es baja y la corrosión es un factor acelerador significativo, alteraciones en el ambiente mediante el uso de inhibidores apropiados pueden ser útiles.

Instances from: Trabajo de Investigación en Turbinas.docx

17

86%

burbujas de vapor en vacío, o burbujas, dentro del líquido. Si un líquido que contiene burbujas es sometido a esfuerzos de compresión, aumentando la presión del fluido, estas burbujas tienden al colapso, generando los efectos de erosión sobre la superficie del sólido donde ocurre la explosión de las burbujas

21

60%

Daños por cavitación en álabes de turbinas Francis. Recuperado de: CITATION Tor16 \l 12298 (Torres, 2016)
2.9.1.3 DISMINUCIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS PROBLEMAS OCASIONADOS POR LA

17: Trabajo de Investigación en Turbinas.docx

86%

burbujas de vapor en vacío, o burbujas, dentro del líquido. Si un líquido que contiene burbujas es sometido a esfuerzos de compresión, aumentando la presión del fluido, estas burbujas tienen a colapsar, generando los efectos de erosión sobre la superficie del sólido donde ocurre la explosión de las burbujas.
[3]

21: Trabajo de Investigación en Turbinas.docx

60%

Daños por cavitación en álabes de turbinas Francis
2.2.7 Disminución o eliminación de los problemas ocasionados por la

Instances from: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/16/turbina-francis/>

11

35%

la turbina Francis en 1848. Este invento es una turbomáquina a reacción de flujo mixto, su diseño se encuentra enfocado para una amplia escala de saltos y caudales, que sean capaces de operar en desniveles que pueden ir desde los dos metros hasta cientos de metros.

11: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/16/turbina-francis/>
35%

La turbina Francis, desarrollada por James B. Francis, es una turbomáquina motora a reacción y de flujo mixto. Son turbinas hidráulicas que se pueden diseñar para un amplio rango de saltos y caudales, capaces de operar en desniveles que van de los dos metros hasta varios cientos de metros.

12

67%

Estas turbinas presentan un diseño hidrodinámico que provoca un alto índice de rendimiento, debido a las bajas pérdidas hidráulicas CITATION Yep13 \l 12298 (Yepes Piqueras, 2013). No es recomendable su instalación con alturas de agua mayores de 800 m ni cuando existen grandes variaciones de caudal. Asimismo, es muy importante controlar la cavitación

12: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/16/turbina-francis/>
67%

Estas turbinas presentan un diseño hidrodinámico que garantiza un alto rendimiento debido a las bajas pérdidas hidráulicas. Son robustas, con bajo costo de mantenimiento. Sin embargo, no se recomienda su instalación con alturas de agua mayores de 800 m ni cuando existen grandes variaciones de caudal. Asimismo es muy importante controlar la cavitación.

Instances from: <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw>

24

100%

Este proceso puede ser usado con la mayoría de los metales comerciales, incluyendo aceros al carbono, aleaciones, aceros inoxidables, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio.

Es el proceso preferido para la soldadura de aluminio, magnesio, cobre y muchas de las aleaciones de metales reactivos.

La mayoría de los hierros y aceros de baja aleación pueden ser satisfactoriamente unidos por este proceso de soldadura.

La soldadura puede ser semiautomática, usando una pistola por la cual el electrodo es alimentado

automáticamente, o usando equipo totalmente automático

24: <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw> 100%

Este proceso puede ser usado con la mayoría de los metales comerciales, incluyendo aceros al carbono, aleaciones, aceros inoxidables, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio. Es el proceso preferido para la soldadura de aluminio, magnesio, cobre y muchas de las aleaciones de metales reactivos. La mayoría de los hierros y aceros de baja aleación pueden ser satisfactoriamente unidos por este proceso de soldadura. La soldadura puede ser semiautomática, usando una pistola por la cual el electrodo es alimentado automáticamente, o usando equipo totalmente automático.

25

100%

[procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw](https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw)

25: <https://sites.google.com/site/construyetuingenio2013/5-procesos-de-soldadura-y-corte/5-2-soldadura-por-arco-de-metal-y-gas-gmaw> 100%

Procesos de soldadura y corte < 5.2 Soldadura por arco de metal y gas (GMAW)

Instances from: <http://soldadurayestructuras.com/proceso-gmaw.html>

23

90%

se utilizaba únicamente con gases inertes como el argón (Ar) y el helio (He). Sin embargo, debido a la alta demanda y oferta del acero y al elevado precio de los gases inertes, la tendencia cambió y se fue acrecentando su uso, consecuentemente los soldadores comenzaron a utilizar el proceso MAG, con dióxido de carbono (CO₂), ya que proliferaba el trabajo con aceros.

23: <http://soldadurayestructuras.com/proceso-gmaw.html> 90%

se utilizaba solo con gases inertes como el argón (Ar) y el helio (He). Pero debido a la alta demanda y oferta del acero y al elevado precio de los gases inertes, la tendencia cambió y se fue acrecentando su uso, los soldadores comenzaron a utilizar el proceso MAG, con dióxido de carbono (CO₂), ya que proliferaba el trabajo con aceros.

Instances from: <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica>

2 93%

Acelerar el flujo de agua al transformar total o parcialmente la energía potencial del agua en energía cinética. Dirigir el agua hacia el rodete, siguiendo una dirección adecuada. Actuar como un órgano regulador de caudal.

2: <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica> 93%

acelerar el flujo de agua al transformar total o parcialmente la energía potencial del agua en energía cinética. • Dirigir el agua hacia el rodete, siguiendo una dirección adecuada. • Actuar un órgano regulador del caudal.

3 97%

La transformación de la energía hidráulica del salto en energía mecánica se produce en el rodete, mediante la aceleración y desviación, o por la simple desviación del flujo de agua a su paso por los álabes.

Tubo de aspiración

3: <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica> 97%

La transformación de la energía hidráulica del salto en energía mecánica se produce en el rodete, mediante la aceleración y desviación, o por la simple desviación del flujo de agua a su paso por los álabes. Otros elementos: - Tubo de aspiración:

4 96%

Recupera la altura entre la salida del rodete y el nivel del canal del desagüe. Recupera una parte de la energía cinética correspondiente a la velocidad residual del agua en la salida del rodete, a partir de un diseño del tipo difusor.

4: <https://solucionespracticas.org.pe/cuales-son-las-partes-de-una-turbina-hidraulica> 96%

Recupera la altura entre la salida del rodete y el nivel del canal del desagüe. - Recupera una parte de la energía cinética correspondiente a la velocidad residual del agua en la salida del rodete, a partir de un diseño del tipo difusor.

Instances from: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

14

92%

producir vibraciones, ruido y la erosión de los materiales más cercanos. La formación de cavitación

14: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 92%

producir vibraciones, ruido y la erosión de los materiales más cercanos [ver Foto 4]. La formación de cavitación

15

100%

diferentes velocidades. La evaluación debe ser auxiliada con estudios utilizando modelización y simulación para determinar el posible lugar de aparición de la cavitación

15: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 100%

diferentes velocidades. La evaluación debe ser auxiliada con estudios utilizando modelización y simulación para determinar el posible lugar de aparición de la cavitación.

18

97%

Aparición y crecimiento de cavidades llenas de vapor en el interior del líquido que son arrastradas por la corriente, pudiendo aparecer junto al contorno del sólido en contacto con el líquido.

La velocidad de crecimiento será función de varios parámetros: el radio inicial de la cavidad, la presión exterior.

SEGUNDA FASE La presión exterior a la cavidad es superior a la presión de vapor, y las burbujas colapsan violentamente, condensándose casi instantáneamente y pudiendo martillar la

18: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 97%

aparición y crecimiento de cavidades llenas de vapor en el interior del líquido que son arrastradas por la corriente, pudiendo aparecer junto al contorno del sólido en contacto con el líquido. La velocidad de crecimiento será función de varios parámetros: el radio inicial de la cavidad, la presión exterior, etc... - La segunda fase consiste en el colapso, ya que la presión exterior a la cavidad es superior a la presión de vapor, y las burbujas colapsan violentamente, condensándose casi instantáneamente y pudiendo martillar la pared sólida con

pared sólida con elevada amplitud que puede alcanzar valores instantáneos de 500 atm. (presión) y temperaturas de 800° C debido a las ondas de choque.

El colapso propiamente dicho es muy rápido: del orden de nanosegundos. La intensidad de la implosión de la burbuja es función del tamaño de la misma y del gradiente local de presión.

Si el proceso de colapso ocurre cerca de la superficie se generan vibraciones de alta frecuencia, ya que el tiempo de colapso es muy rápido y el proceso de generación de cavidades también es muy elevado.

elevada amplitud que puede alcanzar valores instantáneos de 500 atm. (presión) y temperaturas de 800° C debido a las ondas de choque. El colapso propiamente dicho es muy rápido: del orden de nanosegundos. La intensidad de la implosión de la burbuja es función del tamaño de la misma y del gradiente local de presión. [1] Si el proceso de colapso ocurre cerca de la superficie se generan vibraciones de alta frecuencia, ya que el tiempo de colapso es muy rápido y el proceso de generación de cavidades también es muy elevado.

20

84%

con caudales inferiores al de diseño. La formación de antorchas por sobrecarga Caudales de funcionamiento superiores al de diseño. Aparición de ruido y vibraciones. Disminución de prestaciones de la máquina hidráulica, reduciendo la fiabilidad de nuestras instalaciones. Desarrollo de procesos erosivos Incremento en los gastos de mantenimiento.

20: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2632/31091-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 84%

con caudales inferiores al de diseño (antorcha). - La formación de antorchas por sobrecarga (caudales de funcionamiento superiores al de diseño). - Aparición de ruido y vibraciones. - Disminución de prestaciones de la máquina hidráulica (caída del rendimiento), reduciendo la fiabilidad de nuestras instalaciones. - Desarrollo de procesos erosivos [Ver Foto 7]. Foto 7: rodete erosionado por cavitación. - Incremento en los gastos de mantenimiento (

Instances from: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm

5 82%

concibió la idea de una rueda con cucharas periféricas que ayudarían aprovecha la energía cinética del agua, que

5: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm 82%

concibió la idea de una rueda con cucharas periféricas que aprovecharan la energía cinética del agua que

6 100%

tal manera que el chorro proveniente de la tubería golpea el centro de cada pala o cuchara con el fin de aprovechar al máximo el empuje del agua;

6: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm 100%

tal manera que el chorro proveniente de la tubería golpea el centro de cada pala o cuchara con el fin de aprovechar al máximo el empuje del agua.

7 68%

forma de doble cuchara, con una arista diametral en la que golpea el agua, esto produce una desviación

7: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm 68%

forma de doble cuchara, con una arista diametral sobre la que incide el agua produciéndose una desviación

8 95%

mantenimiento en los inyectores. Sin embargo, en esta posición, la inspección de la rueda en general es más sencilla, por lo que las reparaciones o desgastes se pueden solucionar sin necesidad de desmontar la turbina

8: http://members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm 95%

mantenimiento de los inyectores. Sin embargo, en esta posición, la inspección de la rueda en general es mas sencilla, por lo que las reparaciones o desgastes se pueden solucionar sin necesidad de desmontar la turbina.

Instances from: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html>

1 67%

Canal de llegada o tubería forzada Lamina libre o flujo a presión.
Caja espiral Transforma presión en velocidad.
Distribuidor

1: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html> 67%

Canal de llegada (lámina libre) o tubería forzada (flujo a presión).
2-. Caja Espiral: transforma presión en velocidad. 3-. Distribuidor
4-.

9 71%

este tipo de turbinas Pelton, el número de chorros por rueda, se reduce, usualmente a uno o dos,

9: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html> 71%

este tipo de turbinas Pelton el numero de chorros por rueda se reduce generalmente a uno o dos,

10 82%

las tuberías de alimentación y las agujas de inyección. Este sistema de montaje puede aplicarse en aquellos casos donde se poseen aguas sucias que producen deterioros o notable acción abrasiva;

10: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinas/turbinas.html> 82%

las tuberías de alimentación y las agujas de inyección. Este sistema de montaje encuentra aplicación en aquellos casos donde se tienen aguas sucias que producen deterioros o notable acción abrasiva.