



Proba de

Código

Reparador/ora de produtos petrolíferos líquidos

Categoría III

IP III

Parte 2. Proba práctica



1. Formato da proba

Formato

- A proba consta de tres problemas.

Puntuación

- 10 puntos.

Duración

- Tempo estimado para responder: 60 minutos.

Materiais e instrumentos que se poden empregar durante a proba

- Material proporcionado polo tribunal.
- Bolígrafo con tinta negra ou azul.
- Calculadora científica, excepto as que sexan programables, gráficas ou con capacidade para almacenar e transmitir datos.

Advertencias para o alumnado

- Cumprirá desenvolver o conxunto ou a secuencia de operacións ordenadas que dan lugar ao resultado final, ou a xustificación razoada da resposta, se se require na cuestión algún argumento de reflexión. En caso contrario, non se puntuará o exercicio.
- Os exames non deben levar ningún tipo de marca nin texto que poidan identificar a persoa candidata, agás nos espazos reservados para a súa identificación.



2. Exercicio

Problema 1 [3 puntos]

Para o mantemento e a reparación correctos de tanques faise unha proba de medición de espesores. Un dos xeitos é a medición de espesores por ultrasóns. Responda ás cuestións:

Para el mantenimiento y la reparación correctos de tanques se hace la prueba de medición de espesores. Una de las formas es la medición de espesores por ultrasonidos. Responda a las cuestiones:

1. En que se basea a medición de espesores de parede por ultrasón? [0,5 puntos]

¿En qué se basa la medición de espesores de pared por ultrasonido? [0,5 puntos]

2. Expoña as indicacións importantes sobre a medición de espesores de parede nestes casos: [1p]

Exponga las indicaciones importantes sobre la medición de espesores de pared en estos casos: [1 punto]

- Cambios de temperatura. [0,25 puntos]
- Temperaturas inferiores a -10°C. [0,25 puntos]
- Residuos do acoplante. [0,25 puntos]
Residuos del acoplante.
- Exactitude de medición. [0,25 puntos]
Exactitud de medición. [0,25 puntos]

3. Selección e axuste do transdutor apropiado. [0,5 puntos]

Selección y ajuste del transductor apropiado. [0,5 puntos]

4. Condicións de aplicación da capa acoplante. [0,5 puntos]

Condiciones de aplicación de la capa acoplante. [0,5 puntos]

5. Control do erro de duplicidade do valor de medición. [0,5 puntos]

Control del error de duplicidad del valor de medición. [0,5 puntos]

Problema 2 [3 puntos]

O explosímetro ten como función detectar atmosferas explosivas ou inflamables en recintos confinados. Responda ás cuestións:

El explosímetro tiene como función detectar atmósferas explosivas o inflamables en recintos confinados. Responde a las cuestiones:

1. En que se basea o funcionamento dun explosímetro? [1 punto]

¿En qué se basa el funcionamiento de un explosímetro? [1 punto]

2. Cando se debe recalibrar o explosímetro? En que condicións atmosféricas? [1 punto]

¿Cuándo se debe recalibrar el explosímetro? ¿En qué condiciones atmosféricas? [1 punto]

3. Condicións para a colocación adecuada do sensor para que efectúe unha correcta lectura. [1 pt.]

Condiciones para la colocación adecuada del sensor para que efectúe una correcta lectura. [1 punto]



Problema 3 [4 puntos]

Procedemento para a reparación e o revestimento interior de depósitos para o almacenamento de PPL con plásticos reforzados. Responda ás cuestións:

Procedimiento para la reparación y el revestimiento interior de depósitos para el almacenamiento de PPL con plásticos reforzados. Responda a las cuestiones:

1. Especificar as fases do proceso que se debe seguir nos traballos previos de reparación, así como os materiais, os equipamentos, as medidas de seguridade e o xeito de proceder dentro de cada unha delas. [1,5 puntos]

Especificar las fases del proceso que se debe seguir en los trabajos previos de reparación, así como los materiales, los equipos, las medidas de seguridad y ña forma de proceder dentro de cada una de ellas. [1,5 puntos]

2. Especificar cales son os pasos do proceso de reparación. Comentar o procedemento, sobre todo aqueles aspectos relacionados coa xustificación dos materiais que se deben empregar, tempos, puntos críticos de control, ensaios e normas UNE. [2,5 puntos]

Especificar cuáles son los pasos del proceso de reparación. Comentar el procedimiento, sobre todo aquellos aspectos relacionados con la justificación de los materiales que deben emplear, tiempos, puntos críticos de control, ensayos y normas UNE. [2,5 puntos]



3. Solucións

Problema 1

Cuestión 1

A medición de espesores de parede por ultrason baséase na medición do tempo de voo dos pulsos acústicos no obxecto medido, necesitando unha velocidade ultrasónica uniforme no obxecto medido para unha boa medición. Esta velocidade de transmisión é precisa nos metais e varía lixeiramente coas diferentes aleaxes.

A medición dos tempos sabendo o metal (velocidade ultrasónica propia de propagación) fai que se poida saber o espesor do material. No caso de plásticos ou materiais non ferrosos cambia moitísimo a velocidade de transmisión, polo que a exactitude da medición é relativa.

La medición de espesores de pared por ultrasonido se basa en la medición del tiempo de vuelo de los pulsos acústicos en el objeto medido, necesitando una velocidad ultrasónica uniforme en el objeto medido para una buena medición. Esta velocidad de transmisión es precisa en los metales y varía ligeramente con las diferentes aleaciones.

La medición de los tiempos sabiendo el metal (velocidad ultrasónica propia de propagación) hace que se pueda saber el espesor del material. En el caso de plásticos o materiales no ferrosos cambia muchísimo la velocidad de transmisión, por lo que la exactitud de la medición es relativa.

Cuestión 2

- Cambios de temperatura: á velocidade de transmisión, ademais de se ver afectada polo material, tamén lle afecta a súa temperatura, polo que pode haber erros de medición cando o sensor de temperatura está a diferente temperatura do material que se mida. Para evitar estes erros hai que procurar ter o sensor e a peza á mesma temperatura ou ter unha táboa de correccións de temperaturas.
- Temperaturas inferiores a -10°C : no axuste a cero do transdutor, non sempre funciona ben con temperaturas por debaixo de -10°C , polo que se debe facer unha calibración de dous puntos e logo repetila cando haxa grandes cambios de temperaturas.
- Residuos no transdutor: para garantir unha calidade na medición, hai que limpar o transdutor en cada medida, sobre todo cando se fan medicións en materiais con residuos.
- Exactitude de medición. Depende dos seguintes factores: temperatura, liña de retardo do transdutor, constancia da velocidade ultrasónica e superficie do material de proba.

- *Cambios de temperatura: la velocidad de transmisión, además de verse afectada por el material, también le afecta a su temperatura, por lo que puede haber errores de medición cuando el sensor de temperatura está a diferente temperatura del material a medir. Para evitar estos errores hay que procurar tener el sensor y la pieza a la misma temperatura o tener una tabla de correcciones de temperaturas.*
- *Temperaturas inferiores a -10°C : en el ajuste a cero del transdutor, no siempre funciona bien con temperaturas por debajo de -10°C , por lo que se debe hacer una calibración de dos puntos y luego repetirla cuando haya grandes cambios de temperaturas.*
- *Residuos en el transdutor: para garantizar una calidad en la medición, hay que limpiar el transdutor en cada medida, sobre todo cuando se hacen mediciones en materiales con residuos.*
- *Exactitud de medición. Depende de los siguientes factores: temperatura, línea de retardo del transdutor, constancia de la velocidad ultrasónica y superficie del material de prueba.*



Cuestión 3

Primeiro hai que comprobar que o transdutor estea en bo estado, limpo e sen desgastes. Tamén hai que comprobar o rango de medición do transdutor, comprobando que as curvas de espesores e de temperaturas de medición se axusten aos materiais para medir.

Primero hay que comprobar que el transductor esté en buen estado, limpio y sin desgastes. También hay que comprobar el rango de medición del transductor, comprobando que las curvas de espesores y de temperaturas de medición se ajusten a los materiales a medir.

Cuestión 4

Para unha medición de calidade cómpre aplicar unha capa acoplante en cada medición. Esta capa ten que ser uniforme, evitando variación de espesores, e ademais evita erros nas medicións. Para a calibración do aparello hai que aplicar unha pequena capa de acoplante e exercer unha presión sobre ela co transdutor de forma uniforme.

Para una medición de calidad es necesario aplicar una capa acoplante en cada medición. Esta capa tiene que ser uniforme, evitando variaciones de espesores, y además evita errores en las mediciones. Para la calibración del aparato hay que aplicar una pequeña capa de acoplante y ejercer una presión sobre ella con el transductor de forma uniforme.

Cuestión 5

Se se traballa por baixo do rango de aplicación indicado para o transdutor pode producirse un erro de medición, tendo un primeiro eco de superficie demasiado pequeno e o segundo demasiado alto. Neste caso pode darse unha duplicidade de medición e obter un espesor de parede do dobre do real. Para evitar estes erros débense usar os transdutores dentro do seu rango.

Si se trabaja por debajo del rango de aplicación indicado para el transductor puede producirse un error de medición, teniendo un primer eco de superficie demasiado pequeño y el segundo demasiado alto. En este caso puede darse una duplicidad de medición y obtener un espesor de pared del doble que el real. Para evitar estos errores se deben usar los transductores dentro de su rango.

Problema 2

Cuestión 1

O funcionamento dun explosímetro baséase na medición cunha serie de sensores que non miden directamente a cantidade de gas inflamable ou explosivo que hai no ambiente. Estes sensores son os seguintes:

- Os sensores electroquímicos, que miden cambios de fluxo de electróns.
- Os sensores de perla catalítica, que miden cambios de resistencia.
- Os detectores IR, que miden cambios de intensidade de radiación IR no próximo infravermello.

El funcionamiento de un explosímetro se basa en la medición con una serie de sensores que no miden directamente la cantidad de gas inflamable o explosivo que hay en el ambiente. Estos sensores son los siguientes:

- *Los sensores electroquímicos, que miden cambios de flujo de electrones.*
- *Los sensores de perla catalítica, que miden cambios de resistencia.*
- *Los detectores IR, que miden cambios de intensidad de radiación IR en el cercano infrarrojo.*



Cuestión 2

A calibración a cero é para calibrar a sensibilidade do explosímetro e denomínase calibración Span. Esta calibración é complicada porque moitos reactivos reaccionan co material húmido. A calibración Span faise a punto cero co aire limpo, pero logo débese facer cunha cantidade determinada dun gas coñecido unha calibración de valor positivo. Ás veces é importante, por seguridade, non usar o gas detectado e usar un substituto cunha calibración cruzada; deste xeito podemos calibrar correctamente as concentración de gas desde un lado seguro. É moi importante calibrar o explosímetro, e sempre estes sensores hai que calibralos en condicións normais (aire limpo) chamado punto cero.

La calibración a cero es para calibrar la sensibilidad del explosímetro y se denomina calibración Span. Esta calibración es complicada porque muchos reactivos reaccionan con el material húmedo. La calibración Span se hace a punto cero con el aire limpio, pero luego se debe hacer con una cantidad determinada de un gas conocido una calibración de valor positivo. A veces es importante por seguridad no usar el gas detectado y usar un sustituto con una calibración cruzada; de esta forma podemos calibrar el explosímetro, y siempre estos sensores hay que calibrarlos en condiciones normales (aire limpio) llamado punto cero.

Cuestión 3

É moi importante a destreza do inspector que usa o explosímetro e o seu mantemento. Xa que logo, unha correcta colocación do sensor o máis preto posible da fuga de gas ou do local que se debe medir asegura unha correcta medición. Cómpre procurar as fugas nas zonas máis potenciais de fuga, como pode ser en bombas, válvulas, tubos flexibles e nas súas conexións, bridas, foles, etc. Se nestas localizacións existen dificultades na medición hai que repetir as medicións tantas veces como sexa posible.

Es muy importante la destreza del inspector que usa el explosímetro y su mantenimiento. Por lo tanto, una correcta colocación del sensor lo más cerca posible de la fuga de gas o del local a medir asegura una correcta medición. Hay que buscar las fugas en las zonas más potenciales de fugas, como puede ser en bombas, válvulas, tubos flexibles y en sus conexiones, bridas, fuelles, etc. Si en estas ubicaciones existen dificultades en la medición hay que repetir las mediciones tantas veces como sea posible.

Problema 3

Cuestión 1

- **1. Preparativos.** Límpase e desengráxase coidadosamente, co obxecto de conseguir unha correcta adherencia do material plástico para aplicar. Débese comprobar que o LIE non supera o 1 %. Durante os traballos de revestimento, débese dispor de:
 - Explosímetro de lectura directa con sinal acústico, conectado permanentemente.
 - Medios de rescate adecuados no exterior do tanque, trípode, unha máscara de respiración asistida por cada operario que acceda ao interior e unha adicional para a persoa que tivese que acceder a rescatar.A entrada e permanencia de persoas no tanque debe estar sempre suxeita a vixilancia externa preparada para a evacuación. Na reparación de tanques usados, prohíbese utilizar o chorro de area para a limpeza da superficie, debido ao grande perigo de explosión.
- **2. Exame da superficie limpa.** Efectúase, detidamente, unha primeira inspección ocular, para determinar as zonas máis afectadas da estrutura e a localización de fisuras e perforacións, que se deben sinalar convenientemente. Os puntos de control do espesor deben ser máis frecuentes nas zonas de máis risco, como son o fondo, a unión fondo-virola, as soldaduras e o roblonado. Débese realizar, como mínimo, unha medición cada 50 cm en ambas direccións, axial e lonxitudinal do tanque. No caso de detectarse un punto cunha diminución no espesor igual o superior ao 30 % deben facerse as medicións necesarias para determinar se se trata dun punto illado ou dunha zona, en cuxo caso, cómpre delimitar a zona.



- 3. *Masillado ou parcheo.* Todas as fisuras, depresións, chanzos por solapadura entre chapas, etc., deben ser enchidas cunha masilla para conseguir unha superficie máis ou menos lisa, e tamén para eliminar ángulos que poidan causar dificultades na aplicación do laminado posterior. Así mesmo, o ángulo entre envolvente e fondo débese encher con morteiro, deixándoo de forma curva, para obter unha superficie onde asente o laminado sen producir pregamentos. Todos os buracos débense taponar convenientemente.
- 1. *Preparativos.* Se limpia y desengrasa cuidadosamente, al objeto de conseguir una correcta adherencia del material plástico a aplicar. Se debe comprobar que el LIE no supere el 1 %. Durante los trabajos de revestimiento, se debe disponer de:
 - *Explosímetro de lectura directa con señal acústica, conectado permanentemente.*
 - *Medios de rescate adecuados en el exterior del tanque, trípode, una máscara de respiración asistida por cada operario que acceda al interior y una adicional para la persona que tuviese que acceder a rescatar.*

La entrada y permanencia de personas en el interior del tanque debe estar siempre sujeta a vigilancia externa preparada para la evacuación. En la reparación de tanques usados, se prohíbe utilizar el chorro de arena para la limpieza de la superficie, debido al gran peligro de explosión
- 2. *Examen de la superficie limpia.* Se efectúa, detenidamente, una primera inspección ocular, para determinar las zonas más afectadas de la estructura y la localización de fisuras y perforaciones, que se deben señalar convenientemente. Los puntos de control del espesor deben ser más frecuentes en las zonas de más riesgo, como son el fondo, la unión fondo-virola, las soldaduras y el roblonado. Se debe realizar, como mínimo, una medición cada 50 cm en ambas direcciones, axial y longitudinal, del tanque. En el caso de detectarse un punto con una disminución en el espesor igual o superior a un 30 %, deben efectuarse las mediciones necesarias, para determinar si se trata de un punto aislado o de una zona, en cuyo caso, se debe delimitar la zona.
- 3. *Enmasillado o parcheado.* Todas las fisuras, depresiones, escalones por solapado entre chapas, etc., deben ser rellenadas con una masilla para conseguir una superficie más o menos lisa, y también para eliminar ángulos que puedan causar dificultades en la aplicación del laminado posterior. Asimismo, el ángulo entre envolvente y fondo se debe rellenar con mortero, dejándolo de forma curva, para obtener una superficie donde se asiente el laminado sin producir pliegues. Todos los agujeros se deben taponar convenientemente.

Cuestión 2

- 1. *Imprimación.* Aplícase unha capa de imprimación sobre o substrato metálico limpo. Esta capa, ademais de evitar a oxidación, ten por obxecto mellorar a adherencia do material plástico que se aplicará posteriormente. Pódese realizar con resinas epoxi, viniléster, poliéster non saturado ou de outra natureza que teña comprobada unha adherencia adecuada á chapa. En todos os casos, a resina utilizada para a imprimación debe ter unha adherencia ao substrato cun valor mínimo de 6 MPa. A adherencia é un ensaio de tipo inicial que debe determinarse conforme a norma UNE-EN ISO 527-4, segundo as condicións establecidas no anexo A.
- 2. *Aplicación do laminado.* A cantidade de material para aplicar, cando a corrosión é interna, está en función da perda de espesor da prancha do tanque, sendo o reforzo mínimo para aplicar, no caso de que o tanque non tivese perda de espesor, o equivalente, en propiedades e comportamento mecánico, a 0,5 mm de chapa de aceiro tipo S-275. Antes da aplicación do laminado, débese limpar, lixar e medir os espesores da parede de aceiro restante no tanque vello.
- 3. *Capa final.* Cando a capa de plástico reforzado endureceu, aplícase unha capa de resina de alta resistencia química, sen fibra de vidro, preparada para a súa polimerización. No caso de resinas de poliéster non saturado e viniléster, estas deben conter parafina que evite o efecto inhibidor do osíxeno do aire. Pode utilizarse outro tipo de resina diferente da do laminado, pero da súa mesma natureza e de alta resistencia química. Os materiais empregados no laminado deben ser dunha probada resistencia química aos produtos petrolíferos, determinada conforme a norma UNE 53316.



Os materiais empregados no laminado utilizado na reparación deben dispor dos resultados de ensaio de tipo inicial que determinan a resistencia química. O resultado debe incluír se as propiedades en flexión cumpren os criterios establecidos na norma UNE 53991. O laminado para ensaiar debe ser, a igual composición, o de menor espesor dos empregados na preparación. A capa final é a que debe estar en contacto co produto petrolífero, polo que debe ser rica no material plástico.

- 4. *Curado.* O tempo e as condicións de curado están en función dos materiais e do procedemento utilizado. Cada aplicador debe dispor dunha táboa de curados das resinas que utilice emitido polo fabricante ou un laboratorio acreditado. Durante o tempo de curado debe continuarse a aireación, pero as entradas de aire deben estar protexidas para que a auga da choiva non penetre e actúe inhibindo a polimerización. No caso das resinas de poliéster non saturado e viniléster, para unha boa polimerización, así como por seguridade, é imprescindible eliminar do tanque o estireno residual. Para o caso de laminados realizados con materiais de poliéster, o control do grao de polimerización do sistema realízase mediante a determinación do estireno residual sobre o laminado de maior espesor para unha mesma composición. O ensaio de tipo inicial realízase segundo a norma UNE 53304-5. O contido debe ser inferior ao 0,5 %. Para o caso de laminados realizados con resinas tipo epoxi, o control do grao de polimerización do sistema realízase pola determinación da temperatura de transición vítrea, por calorimetría diferencial segundo a norma ISO 11357-2, determinado no laminado de maior espesor dunha mesma composición. O resultado do ensaio de tipo inicial do grao de polimerización debe ser igual ou superior ao 95 %.

O valor da dureza Barcol (para as resinas de poliéster ou niviléster) ou de dureza Persoz ou Shore-d (para as resinas epoxídicas) é un ensaio de tipo inicial, que debe determinarse no laminado que superara os requisitos referentes ao grao de polimerización anteriores, e coincidir cos resultados da probeta de referencia do ensaio de resistencia química. O valor da dureza Barcol (para as resinas de poliéster ou niviléster) ou de dureza Persoz ou Shore-d (para as resinas epoxídicas) servirá de referencia para posteriores comprobacións.

Finalizados os traballos debe transcorrer como mínimo unha semana antes de que o tanque entre en servizo se se fai en condicións normais. Debido a que o curado do sistema estratificado está en función da temperatura, este prazo pode reducirse coa introdución de aire quente ou vapor de auga. Non debe pórse en servizo un tanque reparado antes de que a polimerización sexa a correcta.

- 1. *Imprimación.* Se aplica una capa de imprimación sobre el sustrato metálico limpio. Esta capa, además de evitar la oxidación, tiene por objeto mejorar la adherencia del material plástico que se aplicará posteriormente. Esta imprimación puede realizarse con resinas epoxi, viniléster, poliéster no saturado o de otra naturaleza que tenga comprobada una adherencia adecuada a la chapa. En todos los casos, la resina utilizada para la imprimación ha de tener una adherencia al sustrato con un valor mínimo de 6 MPa. La adherencia es un ensayo de tipo inicial que debe determinarse conforme a la Norma UNE-EN ISO 527-4 según las condiciones establecidas en el anexo A.
- 2. *Aplicación del laminado.* La cantidad de material a aplicar, cuando la corrosión es interna, está en función de la pérdida de espesor de la plancha del tanque, siendo el refuerzo mínimo a aplicar, en el caso de que el tanque no haya tenido pérdida en el espesor, el equivalente, en propiedades y comportamiento mecánico, a 0,5 mm de chapa de acero de tipo S-275. Antes de la aplicación del laminado, se debe limpiar, lijar y medir los espesores de la pared de acero restante en el tanque viejo.
- 3. *Capa final.* Cuando la capa de plástico reforzado ha endurecido, se aplica una capa de resina de alta resistencia química, sin fibra de vidrio, preparada para su polimerización. En el caso de resinas de poliéster no saturado y viniléster, éstas deben contener parafina que evite el efecto inhibidor del oxígeno del aire. Puede utilizarse otro tipo de resina diferente de la del laminado, pero de su misma naturaleza y de alta resistencia química. Los materiales empleados en el laminado han de tener una probada resistencia química a los productos petrolíferos, determinada conforme a la Norma UNE 53316. Los materiales empleados en el laminado utilizado en la reparación deben disponer de los resultados del ensayo de tipo inicial que determinan la resistencia química, el resultado debe incluir si las propiedades en flexión cumplen con los criterios establecidos en la norma UNE 53991. El laminado a ensayar debe ser, a igual composición, el de menor espesor de los empleados en la reparación. La capa final es la que ha de estar en contacto con el producto petrolífero, por lo que ha de ser rica en el material plástico.



- 4. Curado. *El tiempo y las condiciones de curado estarán en función de los materiales y del procedimiento utilizado. Cada aplicador debe disponer de una tabla de curados de las resinas que utilice emitido por el fabricante o un laboratorio acreditado. Durante el tiempo de curado debe continuarse la aireación, pero las entradas de aire deben estar protegidas para que el agua de lluvia no penetre y actúe inhibiendo la polimerización. En el caso de las resinas de poliéster no saturado y viniléster, para una buena polimerización, así como por seguridad, es imprescindible eliminar del tanque el estireno residual. Para el caso de laminados realizados con materiales de poliéster, el control del grado de polimerización del sistema se realiza mediante la determinación del estireno residual sobre el laminado de mayor espesor para una misma composición.*

El ensayo de tipo inicial se realiza según la Norma UNE 53304-5. El contenido ha de ser inferior al 0,5%. Para el caso de laminados realizados con resinas tipo epoxi, el control del grado de polimerización del sistema se realiza por la determinación de la temperatura de transición vítrea, por calorimetría diferencial según la Norma ISO 11357-2, determinado en el laminado de mayor espesor de una misma composición. El resultado del ensayo de tipo inicial del grado de polimerización ha de ser igual o superior al 95%.

El valor de la dureza Barcol (para las resinas de poliéster o viniléster) o de dureza Persoz o Shore-d (para las resinas epoxídicas) es un ensayo de tipo inicial, que debe determinarse en el laminado que haya superado los requerimientos referentes al grado de polimerización anteriores, y coincidir con los resultados de la probeta de referencia del ensayo de resistencia química. El valor obtenido de la dureza Barcol (para las resinas de poliéster o viniléster) o de dureza Persoz o Shore-d (para las resinas epoxídicas) servirá de referencia para posteriores comprobaciones.

Finalizados los trabajos debe transcurrir, como mínimo, una semana antes de que el tanque entre en servicio si se hace en condiciones normales. Debido a que el curado del sistema de estratificado está en función de la temperatura, este plazo puede reducirse con la introducción de aire caliente o vapor de agua. No debe ponerse en servicio un tanque reparado antes de que la polimerización sea la correcta.