instrucción provisional para el empleo de puntos de soldadura eléctrica por resistencia en las construcciones de acero

Editada por la «Deutsche Ausschuss für Stahlbau»

traducción: J. BATANERO

845-12

La soldadura por resistencia es un medio de unión que, en ocasiones, puede resultar muy cómodo y económico. En las estructuras metálicas puras se ha venido empleando poco hasta ahora, aunque su utilización estaba bastante difundida en el empalme a tope de redondos, formación de parrillas de losas y tuberías, etc., con destino a las estructuras de hormigón.

Sin embargo, las experiencias realizadas en los últimos años han demostrado que los puntos de soldadura por resistencia pueden constituir medios de unión que, bajo ciertas condiciones, sustituyen con ventaja a los roblones.

Fruto de aquellas experiencias ha sido la reciente Instrucción provisional alemana, aparecida en mayo de 1962. A petición del Servicio Técnico-Comercial del Sindicato Nacional del Metal, que ha gestionado los oportunos permisos de traducción y publicación, y por parecer que su conocimiento puede ser útil a los proyectistas y constructores españoles de estructuras metálicas, se ha realizado la presente traducción, que el Instituto Eduardo Torroja se complace en publicar.

articulado

1. Advertencia preliminar.

Las investigaciones realizadas por la «Deutsche Ausschuss für Stahlbau» han demostrado que, cumpliendo ciertas condiciones, se pueden conseguir, en las construcciones de acero, puntos de soldadura por resistencia eléctrica, de gran capacidad resistente y de calidad uniforme.

2. Campo de aplicación.

Esta Instrucción es aplicable a las estructuras de acero solicitadas por cargas predominantemente estáticas. Si no se indica lo contrario, son válidas, para el cálculo y la ejecución de los diversos elementos de la estructura, las indicaciones contenidas en las normas DIN 1050 y DIN 1000, respectivamente (*).

3. Comprobación de la aptitud para realizar uniones con soldadura por puntos.

Las empresas que deseen construir estructuras con uniones realizadas mediante soldadura eléctrica por puntos, han de demostrar que su equipo ha sido inspeccionado y su personal exa-

(*) La norma DIN 1050: «Estructuras de acero; cálculo y reglas de proyecto», cuya última edición es de diciembre de 1957, regula en Alemania el dimensionamiento de las estructuras de acero. La norma DIN 1000: «Ejecución de las construcciones de acero», recopila las reglas de buena ejecución de las mismas; la última edición es de marzo de 1956. En España, las prescripciones de este articulado son compatibles con las de la Instrucción E.M. 62 del I.E.T.c.c. (N. del T.).

minado por alguna entidad competente, de entre las reconocidas a estos efectos por el Organismo oficial encargado de la Inspección de la obra. Las normas para realizar aquella comprobación se incluyen en el Anejo núm. 1.

4. Clases de uniones.

Se distinguen las uniones, o costuras, de simple acoplamiento y las uniones, o costuras, de fuerza. Como uniones de simple acoplamiento se consideran las series de puntos de soldadura, o puntos aislados, que sirven para unir entre sí los perfiles simples que han de formar una barra compuesta (por ejemplo, los elementos de un pilar compuesto o las platabandas de refuerzo de la cabeza de una viga flectada), siempre que el esfuerzo cortante teórico que hayan de transmitir no origine en aquellos puntos de soldadura tensiones superiores a los 500 kg/cm², bajo la combinación de cargas H, o de 600 kg/cm², bajo la combinación de cargas HZ (*).

Todos los puntos de soldadura, o grupos de puntos, que hayan de transmitir sollicitaciones tangenciales superiores a las anteriormente indicadas se considerarán, a los efectos de esta Instrucción, como costuras de fuerza. Los empalmes de barras y las uniones de nudos se realizan siempre mediante costuras de fuerza.

5. Materiales y espesores de las piezas a unir.

5.1. Materiales.

5.1.1. Salvo futuras modificaciones, solamente se podrán coser con puntos de soldadura por resistencia los aceros del tipo St37, definidos en la norma DIN 17100 (**).

5.1.2. En las costuras de empalme y de nudo y en las barras traccionadas, así como en las zonas extendidas de las barras flectadas, sólo se admitirá acero Thomas efervescente (USt-37-1) en aquellos perfiles, o chapas a unir cuyo espesor sea inferior a 16 mm. Para espesores comprendidos entre 16 y 24 mm se utilizarán los aceros RSt-37-1 y MSt-37-2. Y para espesores superiores a 24 mm, únicamente el acero RSt-37-2.

5.1.3. En las barras comprimidas y en las zonas comprimidas de las barras flectadas (cuando sea $M : N \leq \frac{d}{2}$) se podrá utilizar el acero Thomas efervescente (USt-37-1) con espesores de hasta 24 mm. Para espesores superiores deben elegirse aceros de la calidad 2 ó el acero Thomas calmado RSt-37-1.

5.2. Espesores permitidos.

Los máximos espesores que se permiten para cada una de las piezas a unir, así como el espesor total máximo de la costura, se indican, para los diversos elementos estructurales, en la tabla I.

(*) La norma DIN 1050, considera como combinación de cargas H la más desfavorable de las formadas con: Cargas permanentes, sobrecargas de servicio, sobrecargas de nieve y fuerzas de inercia de maquinaria. Y como combinación de cargas HZ la más desfavorable de las formadas con las cargas anteriores y además: Efectos de viento, esfuerzos de frenado, empujes laterales de puentes grúas y efectos de temperatura. Véase también el capítulo V de la Instrucción E.M. 62 del I.E.T.c.c. (N. del T.).

(**) La norma DIN 17100 (octubre de 1957) tipifica los aceros ordinarios de construcción alemanes. Los aceros St37 tienen garantizada una carga de rotura mínima de 37 kg/mm² y un límite elástico aparente mínimo de 24 kg/mm², para espesores de hasta 16 mm. Delante de la notación significan: T, acero Thomas; M, acero Martin-Siemens; W, acero LD; R, acero calmado; U, acero efervescente.

Con la actual notación española, las prescripciones de esta Instrucción son aplicables a los aceros F-622. (N. del T.).

5.3. Número máximo de piezas yuxtapuestas a unir.

De momento no se permite soldar por puntos, simultáneamente, más de tres piezas yuxtapuestas. El espesor de la más delgada de las piezas exteriores no deberá ser inferior al tercio del espesor de la pieza más gruesa, ni menor que el sexto del espesor total:

$$e_{\min} \geq \frac{1}{3} e_{\max}$$

$$e_{\min} \geq \frac{1}{6} \cdot \Sigma e$$

6. Preparación de las superficies y proceso de soldeo.

Las superficies de las piezas a unir mediante puntos de soldadura por resistencia deberán estar limpias del óxido y de la cascarilla, en todas las zonas que haya de atravesar la corriente eléctrica.

6.1. Cuando se trate de costuras de mero acoplamiento es suficiente, para espesores parciales máximos de 16 mm, y total no superior a 30 mm, el efectuar la limpieza por el procedimiento usual del cepillo de alambre, siempre que se tenga la seguridad de eliminar completamente el óxido y la cascarilla. Con espesores superiores, y siempre en las costuras de fuerza, se deberá eliminar el óxido y la cascarilla mediante limpieza al chorro de arena o de granalla de acero; en las zonas de paso de corriente, las superficies deberán quedar de color blanco metálico (véase norma DIN 55928: Pinturas para protección de construcciones metálicas).

Se permite también la eliminación local del óxido y de la cascarilla mediante esmerilado de una faja de anchura igual a vez y media el diámetro del punto de soldadura (diámetro de la punta del electrodo) (*).

6.2. Los perfiles o chapas a unir deberán venir preparados en tal forma que puedan acoplarse debidamente sin necesidad de forzarlos.

6.3. Proceso de soldeo.

El proceso de soldeo consta de las tres fases siguientes:

- 1 Precalentamiento bajo fuerte presión.
- 2 Formación del punto de soldadura bajo una presión moderada.
- 3 Enfriamiento bajo presión nuevamente elevada.

Mediante ensayos previos, realizados con probetas del mismo material y dimensiones iguales o comparables a las de las piezas a unir, se deberán investigar las condiciones más favorables de soldeo (preparación de las superficies, regulación de la máquina, etc.). Y se tomarán, después, las medidas necesarias para mantener aquellas condiciones durante la ejecución de las soldaduras.

(*) Implícitamente se refiere siempre esta Instrucción a electrodos de punta tronco-cónica, siendo el diámetro de la base menor el decisivo; por ello, en lo que sigue, deberá entenderse que nos referimos siempre a dicho diámetro al hablar del diámetro del electrodo. (N. del T.)

TABLA I.—Espesores máximos permitidos (en mm)

Tipo del elemento estructural	Clase de la costura	Espesor máximo ($e_{máx}$) de los elementos a unir	Espesor máximo total (Σe)	
			Costuras de unión	Costuras de fuerza
Soportes, barras comprimidas, soldaduras en zonas comprimidas	Largas series de puntos de soldadura para constituir barras compuestas de hasta tres elementos yuxtapuestas	30	54	40
Barra traccionada, soldaduras en zonas traccionadas		26	46	36
Empalmes y uniones de nudos	Hasta seis puntos de soldadura en fila	20	—	36

6.4. Inspección y control durante la producción.

El Ingeniero especialista asume la responsabilidad de la calidad de las soldaduras realizadas. Deberá comprobar periódicamente, mediante ensayos sistemáticos, tanto la calidad de los puntos de soldadura como el funcionamiento regular de la máquina. Indicaciones más concretas sobre esta cuestión se encontrarán en el comentario a este apartado.

7. Reglas de buena ejecución.

La forma y la constitución de los elementos de la construcción tienen que preverse de acuerdo con el proceso de soldeo, en forma que los puntos de soldadura puedan ejecutarse fácilmente con las máquinas de soldar y medios auxiliares de que se disponga. Los diámetros de los electrodos deberán elegirse en función de los espesores de las piezas a unir, muy especialmente de los correspondientes a las piezas exteriores. A título de orientación, se indican valores recomendables de dichos diámetros en la tabla V.

Los pasos máximos y mínimos de los puntos de soldadura, así como sus distancias máximas y mínimas a los bordes, se encuentran resumidos en la tabla II. En las chapas o perfiles anchos, cosidos con varias filas paralelas de puntos de soldadura, se pueden utilizar para los pasos de las filas interiores valores dobles de los consignados como máximos en los apartados 5 y 6 de la citada tabla II.

Teniendo en cuenta los efectos de derivación de la corriente eléctrica, y cuando razones de índole constructiva o económica no se opongan a ello, deberán elegirse las máximas distancias posibles, o permitidas, entre puntos de soldadura.

7.2. Empalmes y uniones de nudos.

Cada elemento de una barra o estructura ha de unirse con dos puntos de soldadura, como mínimo.

Los perfiles simples que componen una barra deberán unirse entre sí, a ser posible, sin elementos intermedios.

En las uniones o empalmes indirectos, el número de puntos de soldadura de cada una de las filas paralelas a la dirección del esfuerzo deberá aumentarse proporcionalmente al número de elementos intermedios. Esta misma regla es válida para los forros que hayan de transmitir esfuerzos, a no ser que el forro se haya cosido previamente mediante filas de puntos de soldadura normales a la dirección del esfuerzo.

Las platabandas de cabeza de las vigas de alma llena se coserán, por lo menos, con dos filas de puntos de soldadura, transversales a la dirección del esfuerzo y anteriores a la sección teórica de utilización. La fila interior puede coincidir con el extremo teórico de la platabanda.

8. Dimensionamiento.

Teniendo en cuenta las diferentes condiciones en que han de resistir los diversos elementos de una construcción y, por tanto, el comportamiento exigido

TABLA II.—Pasos y distancias a bordes de puntos de soldadura.

Distancias al borde				Observaciones
1	Mínima	En la dirección del esfuerzo	2. d	Con los pasos y distancias a bordes que se elijan, unidos a las dimensiones de los propios puntos de soldadura, debe quedar garantizado el perfecto acoplamiento de las piezas unidas
2		Normal al esfuerzo	1,5. d	
3	Máxima	En ambas direcciones	$\frac{3}{4}d$ ó 6. e	
En perfiles, esta distancia máxima puede tomarse, para un borde rigidizado, igual a 9. e (Véase figura)

Pasos				
4	Mínimo	En general	4. d	Notación: a.— distancia a un borde d.— diámetro del punto de soldadura e.— espesor del más delgado de los perfiles exteriores unidos
5	Máximo	Uniones de fuerza. Uniones de simple acoplamiento en soportes, barras comprimidas y zonas comprimidas de barras flexadas. Uniones de rigidizadores o las chapas.	$\frac{8}{15}d$ ó $\frac{15}{15}e$	
6		Uniones de simple acoplamiento y uniones de fuerza débilmente solicitadas ($\leq 0,4 \cdot \sigma_{ad}$) de las barras traccionadas y zonas extendidas en las barras flexadas	$\frac{12}{25}d$ ó $\frac{25}{25}e$	

a los puntos de soldadura utilizados en cada uno de aquéllos, los valores de las tensiones admisibles varían según el elemento o costura de que se trate.

Una comprobación del aplastamiento de la chapa, análoga a la que se realiza en las uniones roblonadas o atornilladas, sólo es necesaria, en las costuras de fuerza, cuando el espesor parcial o total de los perfiles solicitados en una dirección es inferior en más del 30 por 100 al espesor parcial o total, respectivamente, de los solicitados en dirección opuesta. Esta misma regla es aplicable también a las costuras que transmiten esfuerzos cortantes, como son las de unión de platabandas a las cabezas de las vigas.

Como sección de cálculo para la determinación de las tensiones tangenciales se puede tomar la final del electrodo, cuyo diámetro será también el que se utilice en la determinación de la tensión teórica de compresión entre chapa y punto de soldadura.

Los valores de las tensiones admisibles se incluyen, para las costuras de fuerza en la tabla III, y para las costuras de simple acoplamiento, en la tabla IV.

TABLA III.—Tensiones tangenciales admisibles en las costuras de fuerza.

Tipo del elemento estructural	Clase de la costura	Factor de reducción	σ_{ad} kg/cm ²	
			Caso de carga H	HZ
Soportes, barras comprimidas, soldaduras en zonas comprimidas	Largas series de puntos de soldadura para constituir barras compuestas de hasta tres elementos yuxtapuestas	1	1200	1400
Barras traccionadas, soldaduras en zonas traccionadas		0.9	1080	1260
Empalmes y uniones de nudos	Hasta tres puntos de soldadura en fila, en la dirección del esfuerzo	0.8	960	1120
	De 4 a 6 puntos de soldadura en fila, en la dirección del esfuerzo	0.7	840	980

TABLA IV.—Tensiones tangenciales admisibles en las costuras de simple acoplamiento.

Tipo del elemento estructural	Clase de la costura	σ_{ad} kg/cm ²	
		Caso de carga H	HZ
Soportes, barras comprimidas, soldaduras en zonas comprimidas, barras traccionadas, soldaduras en zonas traccionadas	Largas series de puntos de soldadura para constituir barras compuestas de hasta tres elementos yuxtapuestas	500	600

Como valores de la tensión admisible para la presión de contacto entre punto de soldadura y chapa se tomarán:

En costuras con una sección de corte:

$$\sigma_c = 1,8 \cdot \tau_{ad}$$

En costuras con dos secciones de corte:

$$\sigma_c = 2,5 \cdot \tau_{ad}$$

Contrariamente a lo que se prescribe en las normas en vigor para las costuras roblonadas o atornilladas, no hay lugar a considerar una sección neta para el cálculo de las barras unidas con puntos de soldadura por resistencia.

9. Protección contra la corrosión.

El proceso de soldeo y la regulación del ciclo de soldadura deben efectuarse en forma tal que las superficies de contacto de las piezas unidas queden lo más comprimidas que sea posible. Para la protección de las costuras realizadas con puntos de soldadura es necesario cubrirlas, lo más rápidamente posible, después de su ejecución, con una mano de imprimación (minio de plomo, por ejemplo), aun cuando el resto de la construcción no haya de imprimarse hasta más tarde. Deberá cuidarse que las juntas de la costura queden bien recubiertas con la pintura de imprimación; a veces será conveniente enmasillarlas antes de efectuar dicha imprimación.

Bajo ningún concepto se deberán dejar expuestos a la intemperie, sin que estén imprimados, los elementos unidos mediante puntos de soldadura; ni aún durante el período de montaje.

comentarios

1. Advertencia preliminar.

En el campo de las estructuras metálicas, la soldadura por puntos, como medio de unión de uso general, venía estando limitada a chapas y perfiles cuyos espesores aislados no fuesen superiores a 5 mm, sin que el espesor total rebasase los 15 mm. (Véase DIN 4115, apartado 4.41) (*).

Para extender las posibilidades de aplicación de la soldadura eléctrica por resistencia, la «Deutsche Ausschuss für Stahlbau» realizó ensayos utilizando perfiles de mayores espesores. Estos ensayos demostraron con toda evidencia que, observando determinadas precauciones, es posible utilizar la soldadura por puntos en la unión de elementos de mayores espesores que los permitidos hasta ahora. Los ensayos, su realización y sus resultados se han publicado en el cuaderno núm. 23 de los Informes de la «Deutsche Ausschuss für Stahlbau».

La presente Instrucción representa una explotación de los resultados de aquellos ensayos, para su aplicación a la práctica de la construcción en acero.

La calidad de un punto de soldadura depende, en una gran parte, de la debida preparación de las superficies, de una adecuada elección del diámetro de los electrodos en relación con los espesores a soldar y de la debida regulación de la máquina de soldar. Para conseguir una calidad óptima se necesita una larga experiencia y una vigilancia constante. Por ello ha parecido oportuno extender las aplicaciones prácticas de una forma gradual, requiriéndose una Inspección por parte de un organismo cualificado. En general, y en cada caso particular, dependerá del esmero, de la eficiencia y de la experiencia del ingeniero especialista y del personal de taller, el que la soldadura por puntos llegue a ser un medio de unión seguro en las construcciones de acero. En este sentido, la presente Instrucción sólo puede dar indicaciones y recomendaciones de carácter general sobre los medios más adecuados para efectuar la comprobación de la capacitación profesional, el cálculo, el dimensionamiento y la buena ejecución; y para realizar la Inspección necesaria.

2. Campo de aplicación.

De momento, el campo de aplicación de la soldadura por puntos queda limitado a las estructuras a que se refiere la norma DIN 1050 (**). También hay que resignarse de momento a respetar las limitaciones de espesores establecidas en el artículo 5. Una vez que se posea una experiencia de varios años, que se haya comprobado mediante los correspondientes ensayos la capacidad resistente de este nuevo medio de unión aplicado a mayores espesores y que se haya comprobado también su comportamiento ante sollicitaciones de fatiga, podrá pensarse en la ampliación de su campo de aplicación a otros sectores de la construcción en acero.

4. Clases de uniones.

La división de las costuras en dos clases se ha realizado teniendo en cuenta la diferente importancia y la magnitud de las sollicitaciones de los medios de unión en los diversos elementos de las construcciones de acero.

(*) La Norma DIN 4115 regula, en Alemania, las construcciones ligeras de acero, en las que se venía ya permitiendo la utilización de los puntos de soldadura por resistencia, como medios de unión. (N. del T.).

(**) Véase nota de pie de página al artículo 2. Téngase presente que al limitar la aplicación de la soldadura por puntos a las estructuras regidas por la norma DIN 1050, se excluye la aplicación de este medio de unión a los puentes y a las grúas y puentes-grúas. (N. del T.)

5. Espesores.

Teniendo presente las calidades de acero y los espesores utilizados en los ensayos de la «Deutsche Ausschuss für Stahlbau», se ha creído prudente el limitar los espesores máximos (parciales y totales) de las piezas a unir; haciendo depender estas limitaciones de la calidad del material y del tipo de sollicitación. El mismo comentario es válido en lo que se refiere al número de piezas a soldar simultáneamente.

Parece también aconsejable no ampliar los límites fijados, sino paulatinamente y a medida que se vaya adquiriendo la debida experiencia.

Las llamadas «costuras de simple acoplamiento» comprenden los puntos de soldadura, generalmente dispuestos en largas filas, que se utilizan para unir entre sí perfiles simples con el objeto de formar una barra compuesta; siempre que la sollicitación que, entre las partes unidas, transmiten aquellos puntos de soldadura no origine en los mismos tensiones tangenciales superiores a 500 kg/cm², bajo la combinación de cargas H; o a 600 kg/cm², bajo la combinación de cargas HZ.

Las «costuras de fuerza» comprenden las análogas a las descritas en el párrafo anterior, cuando las tensiones tangenciales inducidas en los puntos de soldadura son superiores a los valores indicados en el mismo; y, además, las que se utilizan en los empalmes de barras y en las uniones de nudos.

Estas dos clases de costuras deben distinguirse a los efectos del examen e inspección a que se somete a la empresa constructora para el reconocimiento de su capacidad. Con esta distinción, y pudiéndose limitar la primera aprobación a la ejecución de las costuras de simple acoplamiento, negándola para las de fuerza, a las que puede concederse un cierto tiempo después, se intenta favorecer la adquisición de la experiencia necesaria en la aplicación práctica del procedimiento.

6.1. Es imprescindible la limpieza de las superficies en todos los puntos en que hayan de ser atravesadas por la corriente y se hayan de soldar. Y como la calidad del punto de soldadura depende del estado de las superficies y del ajuste que, entre las mismas, pueda conseguir la máquina de soldar, el tratamiento de las superficies deberá ser uniforme en todas y cada una de las uniones a efectuar. La mayor seguridad de una perfecta eliminación del óxido y de la cascarilla la ofrecen los chorros de arena o de granalla de acero; consiguiéndose también buenos resultados con el esmerilado. Por ello, son estos procedimientos los que deberán preferirse en las costuras de fuerza.

6.2. El paso de la corriente por puntos determinados, para producir en ellos el calor necesario para la formación del punto de soldadura, exige un contacto íntimo entre las superficies metálicas. Esta condición tiene mucha mayor importancia cuando el circuito eléctrico esté ya cerrado por la existencia de otros puntos de soldadura próximos, por los que puede derivar la corriente. Por esta razón deberán observarse, cuidadosamente, las prescripciones de los artículos 6.1 y 6.2.

6.3. Con los espesores de material que ahora se admiten, es imprescindible una regulación correcta de las distintas etapas del ciclo de soldeo. Es esencial el poder modificar la intensidad, la secuencia y la duración de estas distintas etapas para encontrar las condiciones óptimas de soldeo. En cuanto a los efectos que sobre la calidad de la soldadura producen las intensidades de corriente y las presiones utilizadas en las distintas etapas del ciclo, así como la duración de cada una de ellas, se remite al lector al cuaderno núm. 23 de los Informes de la «Deutsche Ausschuss für Stahlbau» (*).

Después del calentamiento previo, realizado bajo una fuerte presión, y que tiene por objeto el crear una acumulación de calor alrededor de la zona de soldadura, comienza la formación

(*) Bierett-Steinhardt: «Untersuchungen zur Anwendung der elektrischen Widerstandspunktschweißung im allgemeinen Stahlbau».

del llamado «núcleo» del punto de soldadura. En la figura 1 se representan las distintas fases de formación del núcleo para un proceso correcto de soldeo. Sólo se puede hablar de una soldadura correcta cuando el núcleo formado es suficientemente grande.

Mientras que con piezas de débil espesor y un solo punto de soldadura es relativamente fácil el encontrar las condiciones adecuadas para la ejecución de una soldadura perfecta, en las uniones de piezas de fuerte espesor con varios puntos de soldadura—a veces numerosos y relativamente próximos—las derivaciones de corrientes producen efectos perturbadores. Estas derivaciones son debidas, en gran parte, a los puntos ya ejecutados, por los que pasa una parte

de la corriente suministrada, disminuyendo la intensidad útil de soldadura; por otra parte, la masa magnética que forma la pieza comprendida entre las mordazas portaelectrodos de la máquina de soldar es, también, causa de derivaciones y pérdidas de rendimiento. Los efectos de derivaciones aumentan en relación inversa con el paso de los puntos de soldadura.

Por esta razón, y si no hay inconvenientes de tipo constructivo o económico, conviene elegir pasos, y distancias entre filas de puntos, lo más grandes posible. Y, por la misma razón, dentro de los límites recomendados para cada espesor de chapa, conviene elegir los mayores diámetros posibles del electrodo, ya que con ello pueden aumentarse los pasos.

La perturbación debida a las derivaciones puede compensarse aumentando la intensidad de la corriente y alargando ligeramente los tiempos de precalentamiento y formación del núcleo. En general, serán necesarios algunos ensayos para apreciar la importancia de la perturbación originada por los puntos ya terminados—variable evidentemente con su número y disposición—y poder introducir en la regulación de la máquina las correcciones necesarias.

6.4. El personal encargado de la ejecución de los puntos de soldadura deberá vigilar continuamente la regulación de la máquina durante todo el tiempo que dure la realización del trabajo. Para ello deberán ejecutarse todos los días varias probetas, soldando con puntos trozos de chapas o perfiles de espesores análogos a los utilizados en el trabajo que se esté realizando. Se rompen los puntos mediante una sollicitación de torsión, o con un escoplo, y se examina la zona soldada. No deberán apreciarse desviaciones importantes, y menos hacia abajo, en las dimensiones de la soldadura, en relación con las determinadas durante el proceso de puesta a punto de la máquina. Midiendo el momento de torsión necesario para producir la rotura se puede también llevar a cabo una comprobación cuantitativa. Los resultados de las comprobaciones, juntamente con los datos de regulación de la máquina, se deberán conservar anotados en un registro.

Una vez a la semana, por lo menos, y cada vez que se cambien los electrodos o se modifiquen notablemente los parámetros de regulación de la máquina (para un cambio de dimensiones de las costuras, por ejemplo), se deberá construir una probeta con las formas y dimensiones indicadas en la figura 2. Sólo cuando se hayan alcanzado en los ensayos valores análogos a los previstos a base de las determinaciones efectuadas durante la puesta a punto de la máquina, se podrá continuar la ejecución, o comenzar la nueva con medidas diferentes. Los resultados de los ensayos, juntamente con los parámetros de regulación de la máquina, se anotarán en el libro registro, con indicación de la fecha. Las probetas se conservarán, con indicación también de la fecha, a efectos de identificación en caso de comprobación posterior.

7.1. Dada la novedad del procedimiento, sólo se pueden hacer algunas consideraciones generales sobre los detalles constructivos. Aunque estas uniones se parecen mucho a las roblonadas por la forma de concentrarse los esfuerzos en puntos determinados, es de esperar que, con la extensión del procedimiento y la experiencia que se adquiriera, se descubrirán para las uniones formas especiales, adecuadas a las particularidades de su ejecución. Lo mismo que los roblones, los puntos de soldadura trabajan a esfuerzo cortante; la disposición general de la costura deberá ser apta para esta forma de transmisión de esfuerzos.

Al proyectar la construcción deberán tenerse presentes:

- La posibilidad de acceso del electrodo al punto en que ha de soldarse;
- Las características de las máquinas de que se dispone, especialmente en lo que se refiere a la longitud y separación útiles de los brazos y a la potencia de la máquina (intensidad máxima y fuerza total) (*).

Debe recordarse que las superficies sobre las que apoyan las puntas de los electrodos deben ser planas y paralelas entre sí lo más aproximadamente posible. Por tanto, los mejores resultados se consiguen soldando perfiles planos entre sí, o perfiles planos con otros laminados de caras paralelas, o dos laminados de caras paralelas entre sí.

Cuando se trate de series de puntos no muy largas y no se cumpla la condición anterior, es conveniente efectuar una preparación previa de la superficie inclinada para conseguir el paralelismo de las superficies en las zonas a soldar.

Fig. 2

(*) Sobre la terminología del soldeo por resistencia, consúltase la norma UNE 14015.

TABLA V.—Valores recomendados para el diámetro de los electrodos para soldo por puntos en tres fases.

El diámetro de los electrodos ha de elegirse en función de los espesores de las piezas a soldar, teniendo en cuenta, sobre todo, el más pequeño de los espesores de las piezas exteriores.

La tabla V contiene indicaciones sobre los diámetros de electrodos recomendables para diversas combinaciones de dos o tres piezas a soldar juntas. Con el diámetro del electrodo deberá coincidir, aproximadamente, el del núcleo del punto de soldadura, si ésta se ha realizado en condiciones correctas.

Los diámetros del electrodo y del punto de soldadura no tienen la importancia que se concede a los de agujeros en las uniones roblonadas o atornilladas, porque en las uniones con puntos de soldadura no se utilizan secciones netas en el cálculo de las barras traccionadas. Naturalmente, los puntos de soldadura son más caros cuanto más grandes; por ello deben limitarse el número y el tamaño a los valores estrictamente necesarios dentro de los límites fijados a las tensiones admisibles.

Exceptuando el paso mínimo, los pasos máximos y gramiles son análogos a los recomendados para las uniones roblonadas y atornilladas. Para limitar los efectos de derivación, el paso de cada costura deberá elegirse lo mayor posible. En la tabla II se resumen los valores recomendados.

7.2. Dada la analogía en la forma de transmisión de esfuerzos, se deberán utilizar en el proyecto las mismas hipótesis que en las uniones roblonadas.

8. Dimensionamiento.

Se han fijado para el dimensionamiento dos valores diferentes de la tensión admisible, en correspondencia con los dos tipos de costura definidos en el apartado 4. Pero se ha previsto, además, un factor de reducción, para tomar en consideración la misión y la importancia diferentes que tienen los puntos de soldadura en las diversas costuras.

Las largas series de puntos, que se utilizan para mantener unidos entre sí los perfiles que forman una barra compuesta, se pueden considerar más favorables, en cuanto a la regularidad de calidad de los puntos y en cuanto a la distribución de los esfuerzos en los distintos puntos, que las costuras compuestas solamente por pocos puntos en un espacio reducido, como son, por ejemplo, las de empalme y las de nudo. Por eso, en las primeras se pueden admitir mayores tensiones que en las segundas.

La experimentación realizada demostró que los esfuerzos cortantes resistidos por los puntos de soldadura eran más bajos cuando, al mismo tiempo, actuaban esfuerzos de tracción en el material de base. Por ello se tratan más favorablemente los puntos de soldadura situados en barras, o zonas, comprimidas, que los que están colocados en barras, o zonas, traccionadas.

En los empalmes y uniones de nudos, cuando los puntos de soldadura están colocados paralelamente a la dirección del esfuerzo, puede contarse con una distribución tanto más uniforme cuanto menor es el número de puntos. Por tanto, las costuras cortas se tratan más favorablemente que las más largas.

Espesor de las chapas a unir, en mm		d mm	Observaciones
2 chapas (una sección de corte)	3 chapas (dos secciones de corte)		
5+6 a 5+12 eventual ^{te} a 5+15	5+(6 a 10)+5	15	Hay que regular el proceso de soldo en tal forma que el diámetro del punto de soldadura se aproxime lo más posible a d Si se utilizan diámetros delgados para las dos electrodos (Vease comentario al apartado 9)
6+6 a 6+18 eventual ^{te} a 6+18	6+(6 a 12)+6	18	
7+7 a 7+18 eventual ^{te} a 7+21	7+(7 a 14)+7	18 (máx.20)	
8+8 a 8+20 eventual ^{te} a 8+24	8+(8 a 16)+8	20 (máx.22)	los valores de d que se recomiendan en esta tabla se refieren al electrodo de diámetro inferior poro cuya elección es decisivo el espesor de la chapa exterior mas fina
9+9 a 9+23 eventual ^{te} a 9+27	9+(9 a 18)+9	22 (máx.24)	
10+10 a 10+27 eventual ^{te} a 10+30	10+(10 a 20)+10	24 (máx.26)	
12+12 a 12+30	12+(12 a 24)+12	26 (máx.30)	

Con coeficientes de reducción relativamente bajos (0,8 ó 0,7) no es necesario establecer la diferencia, anteriormente indicada, entre zonas comprimidas y zonas en tracción. Las tensiones admisibles fijadas para los casos en que el coeficiente de reducción se tome igual a la unidad, corresponden, aproximadamente, al 85 por 100 de las fijadas para tornillos calibrados y roblo- nes en la norma DIN 1050.

Dados los valores relativamente bajos fijados para las tensiones tangenciales admisibles, no es necesario, ni siquiera en las zonas solicitadas a tracción, el comprobar el estado de tensiones complejo. Tampoco es necesario, en general, efectuar la comprobación de aplastamiento del núcleo del punto de soldadura sobre el material de base. Sólo será necesaria esta comprobación cuando el espesor de la más delgada de las partes unidas (simple o compuesta) difiera en más del 30 por 100 del espesor de la parte más gruesa (simple o compuesta) solicitada en dirección contraria.

Ejemplos de casos en los que hay que efectuar la comprobación de aplastamiento:

Unión de una barra de 12 mm de espesor a una cartela de nudo de 8 milímetros.

Empalme de una chapa de 10 mm de espesor con dos cubrejuntas de 8 milímetros.

Enlace de las platabandas de una viga flectada (fig. 3) cuando se tenga:

$$t_2 < 0,7t_1 \quad \text{,,} \quad t_3 < 0,7(t_1 + t_2)$$

Raras veces esta comprobación al aplastamiento dará lugar a tener que aumentar el espesor de las partes unidas; pero sí llevará, en general, a un reajuste en los diámetros de los puntos de soldadura.

También han demostrado los ensayos que los puntos de soldadura no provocan una debilitación notable en la resistencia de las secciones solicitadas a tracción; y, por ello, no es necesario tomar en consideración en los cálculos las secciones netas.

9. Protección contra la corrosión y consideraciones generales.

Las zonas hundidas de la superficie, tan características de este método de soldadura (véase figura 1), no afectan a las propiedades mecánicas de la pieza soldada. Incluso para sollicitaciones repetidas no tiene por qué producirse necesariamente una disminución de la resistencia a la fatiga, como consecuencia de las entalladuras externas que estos hundimientos significan; ya que con el buen estado de las superficies en las zonas correspondientes a los puntos de soldadura, prevalecen indudablemente los efectos de las entalladuras internas. Sólo hay que preocuparse de estos rebajos cuando la pieza soldada esté colocada en tal forma que en ellos puedan producirse acumulaciones de agua que favorezcan la corrosión; o cuando la pieza soldada haya de ajustarse a otra y puedan estorbar los resaltos de los bordes de aquéllos.

El mismo método ofrece un remedio a la cuestión, mediante la utilización, por el lado de la superficie que se desee mantener lisa, de un electrodo mayor del necesario para obtener las dimensiones fijadas al punto de soldadura. Sin embargo, no es recomendable el empleo de electrodos muy diferentes en tamaño, porque se produce una dislocación del punto de soldadura hacia el lado del electrodo más fino; y porque resulta tanto más difícil la regulación del ciclo de soldeo cuanto mayor es la diferencia entre los diámetros de los dos electrodos.

Por lo demás, hay que recordar que las disposiciones tomadas para la soldadura deberán tender a conseguir un ajuste, lo más perfecto posible, entre los distintos elementos después de soldados. Todas las juntas por las que puedan penetrar el agua, u otros líquidos, deberán obtenerse con masilla y pintura.

Fig. 3

anejo I

Comprobación de la aptitud para realizar uniones con soldadura por puntos

Al igual que en los restantes procedimientos de soldeo que se utilizan en la construcción metálica, cuando se emplee la soldadura eléctrica por resistencia, dentro del dominio de aplicación aquí previsto, hay que proceder a una comprobación de la aptitud de la empresa que haya de realizar los trabajos, como base para su aceptación por parte de la Inspección Oficial. La utilización de equipos mecánicos hace necesaria, además, una vigilancia constante que, a su vez, requiere un control por parte de la Inspección oficial. Al principio este control se deberá ejercer a intervalos cortos, que pueden alargarse después de un determinado período de prueba.

La primera aprobación de una empresa, para estos trabajos, deberá limitarse a la ejecución de costuras de simple acoplamiento. Después de medio año, como mínimo, y cuando se compruebe que se ha adquirido una experiencia en el manejo de las máquinas utilizadas, suficiente para asegurar una calidad uniforme de las costuras, se puede ampliar aquella aprobación a la ejecución de costuras de fuerza, procediendo a una nueva comprobación. Los límites de validez de esta aprobación dependerán de la potencia de las máquinas disponibles y de los espesores (parciales y totales) de los materiales utilizados en las pruebas de aptitud. En el certificado de aptitud hay que consignar el espesor total al que se limita la aprobación.

Como regla general se concederá una Aprobación A para espesor total hasta 32 mm; y una Aprobación A + B para espesor total hasta 52 mm. Para estos espesores están previstas las probetas que se describen en el apartado 3 de este Anejo. Cuando la empresa no tenga interés en llegar a aquellos espesores, o cuando no le sea posible fabricar probetas con las dimensiones recomendadas aquí por no disponer habitualmente de los elementos necesarios, pueden modificarse las probetas de acuerdo con el Inspector que realiza las pruebas. En la misma forma se puede proceder cuando la empresa esté en condiciones y tenga interés en conseguir una aprobación hasta un espesor comprendido entre los dos anteriormente indicados.

Para la realización de la prueba de capacidad se recomienda el siguiente procedimiento:

1. Exigencias en cuanto a las instalaciones.

Como parte de la prueba de capacidad, la Inspección deberá comprobar los siguientes puntos:

La existencia de una máquina de soldar por puntos y las posibilidades de regulación de la misma, haciendo ejecutar, a este efecto, las correspondientes probetas que se ensayarán de

acuerdo con lo previsto en el apartado 3 de este Anejo. De aquella posibilidad de regulación depende fundamentalmente, supuestas las debidas condiciones del material y del estado de su superficie, la calidad de los puntos de soldadura. Para ello deberá comprobarse:

- 1) La presión ejercida por los electrodos durante las fases de calentamiento previo y de soldadura; y durante la de forja que sigue a la soldadura.
- 2) La intensidad de corriente durante las fases de calentamiento previo y de soldadura.
- 3) Los tiempos de calentamiento previo, soldadura y forja, así como la precisión en la regulación de sus duraciones y secuencias.

Solamente se aceptarán las máquinas que permitan una regulación correcta de todas estas características y que, después de su ajuste, garanticen, mediante mando automático, el mantenimiento de las condiciones fijadas durante todo el proceso de trabajo (conjunto de todos los puntos que han de ser realizados en las mismas condiciones). Pero, al mismo tiempo, la máquina deberá permitir el cambio fácil de dichas condiciones para poder compensar, por ejemplo, los efectos de derivación (véase el comentario 6.3).

En ciertos casos puede ser conveniente que la máquina realice un decalaminado del acero antes de la soldadura. Con espesores fuertes se puede mejorar notablemente la calidad del punto de soldadura efectuando un tratamiento de recocido posterior, que la misma máquina puede realizar después de la fase de forja.

Los electrodos de las máquinas de soldar por puntos son piezas muy sobrecargadas, tanto desde el punto de vista eléctrico como desde el mecánico. Por tanto, el material de que se fabriquen deberá poseer una buena conductibilidad eléctrica y una alta resistencia mecánica. Para los electrodos que se utilizan en la soldadura de aceros con contenido de carbono no superior al 0,25 por 100, pueden tomarse, como orientación, los siguientes valores:

Dureza Brinell	130 a 145 kg/mm ²
Conductividad eléctrica 46 a 51	$\frac{m}{2mm^2}$ a 20°C (80 a 90 % de Cu)

La forma de la punta de los electrodos es de la mayor importancia. Para los espesores de material admitidos en esta Instrucción, y habida cuenta de las presiones necesarias durante el proceso de soldeo, se utilizan, en general, electrodos de punta troncocónica. El diámetro de la base final de la punta influye grandemente en el tamaño del núcleo del punto de soldadura.

Hay que prestar la debida atención a la conservación de los electrodos. A intervalos regulares hay que limpiar su superficie, principalmente en su extremo, de las suciedades que inevitablemente se acumulan en la misma durante el trabajo; pueden utilizarse a este fin, medios mecánicos o químicos. Deberá cuidarse la conservación de la forma de la punta del electrodo y rectificarla mediante el torno, cuando ello se haga necesario.

Además de la máquina de soldar, el taller ha de disponer de los elementos necesarios para la preparación de la superficie (instalaciones de chorro de arena o de granalla de acero); y, asimismo, de los elementos adecuados de transporte, para llevar hasta la máquina las piezas a soldar y mantenerlas en posición durante el proceso de soldeo.

2. Exigencias en cuanto al personal.

Las empresas han de nombrar un Ingeniero especialista responsable del trabajo. Su cometido y el alcance de su responsabilidad son semejantes a los previstos en el artículo 3.3 del Anejo 1 a la norma DIN 4100. Deberá conocer a fondo la máquina de soldar y su funcionamiento y poseer la suficiente competencia en el campo de la electrotecnia para que pueda comprender perfectamente los fenómenos que se desarrollan durante el proceso de soldeo, así como apreciar las irregularidades, a través de la lectura de los aparatos de medida y por el aspecto exterior de los puntos de soldadura.

Durante la primera inspección para calificar a la empresa, deberá demostrar en un examen, sin formalidades, que posee, respecto a la soldadura por puntos, los conocimientos que se relacionan en los apartados 3.41 a 3.44 del Anejo 1 de la norma DIN 4100 (*).

La empresa deberá disponer, además, de un capataz o jefe de equipo (eventualmente de dos o más), especialmente instruido en este método de soldeo y capaz de dirigir y vigilar la ejecución de las soldaduras. Los nombres de estos capataces deberán comunicarse a la Inspección, no permitiéndose que nadie que no esté incluido en la relación nominal comunicada pueda dirigir o vigilar los trabajos de soldadura. En caso de que exista más de un capataz, la empresa deberá procurar que cada uno marque las piezas de las que es responsable para posible identificación posterior.

No se exigen conocimientos técnicos especiales a los obreros que se ocupan de estos trabajos; pero deberán practicar continuamente en su especialidad.

3. Probetas.

Durante la prueba de aptitud de la empresa, se ejecutarán probetas con las dimensiones y disposiciones que se indican en la figura 2. Como probetas normales se prevén costuras formadas por dos series de puntos con cinco puntos cada una de ellas. Para la aprobación de costuras de fuerza se ejecutarán cuatro probetas iguales; y tres para la aprobación de costuras de simple acoplamiento. Las dimensiones indicadas en la figura 2 pueden variarse, de acuerdo con lo indicado en el apartado 1 de este Anejo, a fin de acomodarlas a la aprobación que se haya solicitado.

Con vistas a la rotura de los puntos por esfuerzo cortante aplicado mediante prensa, las chapas exteriores son algo más gruesas, y la interior algo más delgada, que en las uniones reales.

Se observará el orden indicado en la figura para la ejecución de los puntos, marcándose, en el trozo que corresponde a cada punto, la cifra que, asimismo, está indicada en la figura.

La soldadura se realizará en presencia de un representante de la Inspección, quien marcará, con punzón, todas las probetas y cada uno de los trozos que han de obtenerse de ellas mediante corte. El corte se efectuará por medios mecánicos siguiendo las líneas, primero la longitudinal

(*) La norma DIN 4100 «Estructuras soldadas. Cálculo y particularidades de construcción», resume, en los apartados 3.41 a 3.44 de su anejo I, los conocimientos teóricos que deberá poseer, como mínimo, un técnico especialista en soldadura. Se refieren, fundamentalmente, a propiedades, características mecánicas y ensayo de los aceros, y principios de estática aplicada, resistencia de materiales y construcción metálica. (N. del T.).

y después las transversales, representadas en la figura. De los diez trozos que se obtienen de cada probeta, ocho se destinan a los ensayos de rotura a esfuerzo cortante; los marcados con los números 3 y 10 se pulirán para su examen macroscópico, en el que se examinará especialmente el núcleo del punto de soldadura.

Los otros trozos que están destinados a los ensayos de rotura deberán mecanizarse en dos de sus bordes, en la forma que se indica en la repetida figura 2. Si el ensayo se realiza en una máquina de platinas fijas, hay que cuidar el paralelismo de los bordes superior e inferior de la probeta, mecanizándolos si fuera necesario. También deberá cuidarse que los bordes inferiores sean tales que la presión ejercida por la prensa se reparta por igual entre las dos chapas exteriores.

TABLA VI.—Resistencias mínimas de los puntos de soldadura.

Aprobación	Probeta (Véase fig.2)	Diámetro nominal de los electrodos mm	Valores mínimos que deben obtenerse en el ensayo de ocho puntos, para las tensiones tangenciales nominales y efectivas $\bar{\sigma}_{med}$ = media en los ocho puntos $\bar{\sigma}_{mín}$ = mínimo de los ocho puntos			
			Costuras de fuerza		Costuras de simple acoplamiento	
			$\bar{\sigma}_{med}$ kg/cm ²	$\bar{\sigma}_{mín}$ kg/cm ²	$\bar{\sigma}_{med}$ kg/cm ²	$\bar{\sigma}_{mín}$ kg/cm ²
A (hasta un máximo de 32 mm)	10+12+10=32mm	24	2800	2100	1500	1200
B (hasta un máximo de 54 mm)	16+22+16=54mm	30				

Hay que determinar, lo más exactamente posible, el diámetro del núcleo del punto de soldadura en las secciones de rotura; siendo aconsejable que el que se mida sea el perpendicular a la dirección del esfuerzo ejercido por la prensa. La tensión tangencial efectiva se calculará con la presión máxima, registrada por la prensa, y la media de los diámetros, medidos en las dos secciones de corte; la tensión tangencial nominal se calculará con el diámetro nominal del electrodo; todos los resultados de estas determinaciones figurarán en el acta que se levante.

Los valores de las tensiones tangenciales, tanto nominales como efectivas, no deberán resultar inferiores a los consignados en la tabla VI, en la que se indican los que deben alcanzar la media de los ocho puntos y el mínimo de los ocho valores obtenidos. El valor fijado como media en la tabla VI corresponde al doble de la tensión tangencial admisible en la combinación de cargas HZ; y el mínimo, a vez y media esta tensión tangencial admisible.

El examen macroscópico de las dos probetas destinadas a este fin se realizará después de un pulimento y ataque convenientes para hacer resaltar la formación del núcleo del punto de soldadura.

La figura 4 indica, en esquema, las dimensiones principales que deberán medirse y que se consignarán también en el acto. Cuando se aprecie una dislocación del núcleo hacia una u otra

Fig. 4

de las superficies, se consignará también la magnitud de dicha dislocación. En las costuras de simple acoplamiento, el desarrollo del núcleo deberá corresponder, por lo menos, al representado en el esquema 2 de la figura 1.

En cambio, en las costuras de fuerza se exigirán la formación de un núcleo grande y cerrado (esquema 3 de la figura 1).

En cuanto al aspecto exterior e interior de los puntos de soldadura, deberá corresponder a las mismas cualidades que se exigen en las soldaduras de otros tipos. Es decir, que las zonas correspondientes a la soldadura deberán aparecer libres de defectos—poros, inclusiones, fisuras o faltas de penetración—que puedan disminuir en mayor o menor proporción, según su número, posición y tamaño, las cualidades de resistencia de la costura.

Los resaltos de la superficie, propios de este método de soldeo, deberán quedar centrados con la línea de gramil y ser uniformes en sus dimensiones. Las depresiones que se producen en la superficie, como consecuencia de la presión de los electrodos, no deberán tener una profundidad mayor del 15 ó 20 por 100 del espesor de la pieza en la que quedan impresas, ni mayor de 4 milímetros.

4. Control periódico.

La empresa que realiza las costuras deberá ser inspeccionada periódicamente por una institución a la que se tenga reconocida esta facultad. Al principio, esta inspección se realizará cada tres meses, como máximo; posteriormente, puede reducirse a una vez cada semestre. La Inspección comprobará que se ejerce la vigilancia adecuada, examinando el libro registro y las probetas conservadas. Además deberá realizarse y ensayarse otra probeta, por lo menos, de conformidad con lo indicado en el apartado 3 de este Anejo. A este objeto puede servir como probeta una pieza cualquiera, tomada de la producción ordinaria, siempre que tenga el número de puntos de soldadura requeridos y que se puedan cortar de ella las probetas parciales para efectuar los ensayos. En estos ensayos deberán alcanzarse, o superarse, los valores indicados en la tabla VI.

Para que este control quede garantizado, se hará depender la aprobación de la presentación de un contrato de inspección firmado con alguna de las entidades capacitadas para ejercerla.

Instructions provisoires

Juan Batanero, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Comme premier pas vers une généralisation de la soudure par points de résistance, dans le domaine des structures métalliques, la «Deutsche Ausschuss für Stahlbau» a publié une Instruction provisoire, dont la traduction intégrale est présentée dans ce travail.

L'Instruction comprend l'ensemble des préceptes, les commentaires et les recommandations sur la façon de vérifier l'aptitude des entreprises ou des ateliers qui auraient l'intention d'utiliser ce moyen d'union.

L'ensemble des préceptes n'est qu'une compilation des principes fondamentaux de calcul et des normes de bonne pratique à observer pour ce type de soudures. Les principes et les normes sont fixés avec la prudence naturelle qui doit toujours être observée au commencement de la mise en pratique d'un nouvel système de construction.

Les commentaires précisent et justifient les raisons sur lesquelles se basent les différents articles.

Et, finalement, les recommandations pour la vérification de l'aptitude des ateliers se basent sur le principe suivant: on ne peut pas laisser en toutes les mains la possibilité de construire des structures avec unions, qui, précisément pour les accepter comme résistantes, supposent une sécurité qui, pratiquement, ne peut pas être vérifiée a posteriori au moyen d'inspections non destructives.

Le texte complet de l'Instruction sera publié en trois numéros consécutifs de la revue.

Provisional specifications

Juan Batanero, Civil Engineer.

As an initial measure to generalise spot welding in the field of metallic structures, the Deutsche Ausschuss für Stahlbau has issued a provisional specification, of which a full translation is given in this paper.

The Specification includes a number of rules, as well as comments and recommendations on the method of establishing the aptitude of a given firm, or a workshop, to practise this spot welding technique.

The various chapters of these Specifications give an account of the fundamental calculation principles and the best practise that should be followed in this type of welding. Advice is also offered on the initial care to be taken in applying these principles and specifications in actual practice.

The comments that follow serve to clarify and explain the reasons which underlie the various conditions specified in this text.

Finally, the recommendations on the method of establishing the aptitude of given workshops to undertake spot welding work are based on the following principle: the construction of structures with spot welded joints can only be entrusted to people who have attained a certain standard of skill, precisely because these structures are meant to be load bearing, and their real strength cannot be checked in practise, a posteriori, except by means of destruction tests.

The full text of these Provisional Specifications will be given in three consecutive numbers of the magazine.

Vorläufige Anweisungen

Juan Batanero, Bauingenieur.

Als erster Schritt für eine Verallgemeinerung der Widerstandspunktschweißung auf dem Gebiete der Stahlbauten hat der «Deutsche Ausschuss für Stahlbau» eine vorläufige Anweisung veröffentlicht, welche in dieser Arbeit vollständig übersetzt geboten wird.

Die Anweisung besteht aus Vorschriften, Kommentaren und einigen Empfehlungen für die Art und Weise, die Eignung der Unternehmungen oder Werkstätten zu prüfen, die bestrebt sind, dieses Verbindungsmittel zu benutzen.

Die Vorschriften fassen die grundlegenden prinzipien der Berechnung und die Normen für die gute Ausführung zusammen, die bei dieser Art von Nähten zu beachten sind. Die Prinzipien und Normen einmal festgelegt, hat man mit natürlicher Vorsicht daranzugehen, die neuen Bausysteme in Kraft treten zu lassen.

Die Kommentare erklären und rechtfertigen die Gründe, auf welche sich die verschiedenen Anweisungen der Vorschriften stützen.

Und die Empfehlungen, endlich, für die Prüfung der Eignung der Werkstätten bauen auf dem Prinzip auf: nicht irgendeinem darf man die Möglichkeit überlassen, Verbindungsstrukturen zu bauen, da sie gerade als widerständige eine Sicherheit erfordern, die sich nicht nachträglich mit nicht zerstörenden Besichtigungen überprüfen lassen.

Der ganze Text wird in drei aufeinanderfolgenden Nummern der Zeitschrift erscheinen.