

OBSERVACIONES

SOBRE LAS EXPERIENCIAS HECHAS PARA DETERMINAR LAS
CONDICIONES QUE DEBEN OBSERVARSE PARA OBTENER
UNA BUENA REMACHADURA

*Estracto de un artículo de los «Anales
de Trabajos Públicos»*

El profesor Kennedy leyó en el Instituto de Ingenieros civiles de Londres, una memoria muy interesante sobre las numerosas experiencias hechas con el objeto de determinar la manera como se mantienen las diversas costuras hechas con remaches. Aunque estos trabajos de investigación no se encuentran terminados, ofrecen gran interés, porque permiten sacar conclusiones prácticas muy importantes.

Así el profesor Kennedy indica los hechos siguientes:

Si se ensambla el palastro de acero dulce con remaches de acero, i se mide exactamente el espesor de los palastros, su largo, ancho, etc.; se avalúa la superficie de contacto de los remaches con el palastro, es decir, la superficie de cortamiento, bastan varios ensayos sobre estas piezas así ensambladas para llegar a las condiciones siguientes:

I.—Que el metal, entre los hoyos de la remachadura, presenta por unidad de seccion una resistencia a la ruptura relativamente mucho mayor que el palastro primitivo no agujereado.

Este aumento de resistencia es como un 20% para los palastros de 9.5 milímetros i de 19 milímetros ensamblados con remaches, distando unos de otros 1.9 veces el diámetro del remache.

Con planchas de 9.5 milímetros de espesor, ensambladas con remaches, distando unos de otros, dos veces su diámetro, el aumento de resistencia es de 15%; i, en fin, el aumento de resistencia desciende a 10% i a 6.6% cuando la distancia que separa los remaches es de 3.6 a 3.9 veces el diámetro.

Al contrario, cuando se trata de planchas de 19 milímetros de espesor, ensambladas con remaches distando unos de otros 2.8 veces su diámetro, se obtiene un aumento de resistencia a los esfuerzos de tracción de 7.8%.

II.—El grueso de las cabezas i la superficie de apoyo o de contracción del remache, desempeña un gran papel bajo el punto de vista de la resistencia de la ensambladura, sobre todo en el caso de la remachadura simple. Un aumento de $\frac{1}{3}$, poco mas o ménos, en el peso de los remaches (aumento de peso aplicado a las cabezas solamente), ha producido un aumento de resistencia en la ensambladura de 8.5%. Estos resultados son debidos probablemente a que los remaches con cabezas fuertes sufren esfuerzos de tracción relativamente menores.

III.—La ensambladura es igualmente sólida, sea que se ponga paralela o perpendicular al sentido del laminaje del palastro.

IV.—La presión ejercida por la contracción del remache contra la pared del agujero en el cual pasa la espiga, tiene una influencia enorme sobre la solidez de la ensambladura.

Para ensambladuras ordinarias, es decir, cuando se

trata de reunir dos planchas de palastro de iguales dimensiones, esta presión no debe pasar de 6,600 a 7,000 kilogramos por centímetro cuadrado; una presión mas fuerte debilitaría la ensambladura.

En el cálculo de la superficie de contacto, es necesario tomar en cuenta la proyección de los remaches, es decir, el espesor de la plancha multiplicado por el diámetro del remache.

V.—Basta dejar entre el borde exterior del agujero del remache i el borde de la plancha de palastro, una distancia igual al diámetro del agujero de las remachaduras.

VI.—Para obtener una ensambladura que presente el máximum de solidez posible, es preciso estudiar para los remaches una repartición tal que haga tener los planos de ruptura de las planchas de palastro en zig-zag, lo que se valiza disponiendo los remaches cruzados de manera que el centro de sus cabezas formen las cúspides de triángulos isósceles.

El largo de los costados de estos triángulos, o dicho de otra manera, la distancia de dos remaches de eje a eje es dada por la fórmula $l = \frac{2}{3}t + \frac{1}{2}d$, en la cual l es el largo de la base del triángulo i t el largo de uno de los costados i d el diámetro de los remaches.

VII.—Cuando se produce movimiento en una ensambladura remachada, es siempre bajo la influencia de una carga inferior a la carga de ruptura, i cuya magnitud no depende de ninguna manera de ésta. Las experiencias han demostrado que es preciso buscar la causa de estos movimientos en el número i dimensiones de los remaches. El cuadro siguiente da el resultado de varias experiencias hechas a este respecto:

Diámetro de los remaches	Jénero de ensambladura	Carga de resbalamiento de remaches	OBSERVACIONES
19 m. m.	Remachadura simple	2.5 toneladas	Remachadura a mano
10 »	» doble	3 a 3.5 »	» a »
19 »	» »	7 »	» a máquina
25 »	» simple	3.2 »	» a mano
26 »	» doble	4.3 »	» a »
25 »	» »	8 a 10 »	» a máquina

Para conocer la carga aproximada bajo la cual una ensambladura principia a resbalar (cualquiera que sea el ancho de las fajas de remaches), no se tiene mas que multiplicar el número de remaches de la faja en cuestion por la carga de resbalamiento inscrita en el cuadro anterior.

Se ha constatado igualmente que, mucho tiempo ántes que se produzcan esfuerzos i tensiones suficientes para traer el alargamiento de las barras de fierro ensambladas o remachadas, los remaches sufren un cortamiento notable.

El movimiento aparente de la ensambladura debe ser atribuido únicamente a este esfuerzo de cortamiento. Así, apretando mas enérgicamente unos contra otros los dos palastros (lo que se obtiene con la remachadura hidráulica), se disminuye el esfuerzo de cortamiento i se opondrá una resistencia por efecto de la presión al resbalamiento de las diversas partes de la ensambladura.

I a este respecto es interesante reproducir los resultados que se han constatado experimentalmente, dados por

una serie de experiencias hechas con el objeto de conocer el movimiento de dos palastros ensamblados con cuñas de acero hechas al torno, cuando se sometian estos palastros a esfuerzo de resbalamiento cada vez mas intensos.

Las cuñas en cuestion que reemplazaban los remaches, tienen 25 milímetros de diámetro.

Cargas al cortamiento en kilogramos por centímetro cuadrado.	K	K	K	K	K	K	K	K	K
	447	894	1341	1788	2235	2682	3129	3576	4400
Movimientos medidos en milímetros	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	Ruptura
	0.25	0.56	0.86	1.40	2.00	2.87	4.27	6.15	

Es evidente que el movimiento de dos palastros de fierro habria comenzado a producirse sobre esfuerzos mayores que los indicados anteriormente, si estos palastros, en lugar de estar ensamblados con simples cuñas o tarugos, hubiesen estado remachados i por consiguiente fuertemente comprimidos el uno contra el otro.

VIII.—La ventaja que presenta la remachadura a máquina, sobre una buena remachadura a mano, es que en el primer caso se puede doblar la carga que principia a producir el resbalamiento de las dos partes ensambladas; en cuanto a la carga de ruptura, es la misma en los dos casos.

IX.—Las experiencias hechas permiten formular reglas muy simples que es preciso seguir si se quiere tener ensambladuras con remaches que ofrezcan el máximo de resistencia.

Admitiendo que se pueda tomar como tipo una pre-

sion superficial de 6,800 kilogramos por centímetro cuadrado i que el aumento de resistencia a la traccion realizado por la perforacion de los agujeros en los palastros sea de un 10%, se obtienen los valores siguientes para la relacion que debe existir, por una parte entre el diámetro del agujero d i el espesor del palastro δ , i por otra parte, entre la reparticion t i el diámetro d del agujero cuando se trata de realizar una ensambladura de las mas sólidas posibles con palastros de 9.5 milímetros de espesor i con remachadura simple.

Resistencia ofrecida a la traccion por los palastros	Resistencia al cortamiento ofrecida por los remaches	Relacion	Relacion	Relaciones que existen entre el espesor de los palastros i el diámetro de los remaches.
		$\frac{d}{s}$	$\frac{t}{d}$	
47.00 kgrs. por centímetro ²	34.60 kgrs. por centímetro ²	2.48	2.30	0.667
44.00 " "	34.60 " "	2.48	2.40	0.785
37.00 " "	37.70 " "	2.28	2.27	0.713
44.00 " "	37.7 " "	2.28	2.36	0.690

Sé que, término medio, el agujero del remache debe ser igual a 2 veces $\frac{1}{3}$ el espesor del palastro; i que la distancia de eje a eje de los remaches debe ser igual a dos veces $\frac{1}{3}$ el diámetro de los agujeros. En fin, la seccion del palastro representará los 71% de las de los remaches.

Si se emplean remaches de menores dimensiones de los que hemos estado tratando poco ántes, la ensambladura no tendrá la solidez máxima; sin embargo, con remaches de dimensiones cualesquiera, puede colocarse una costura en las mejores condiciones posibles calculando

la distancia de eje a eje de los remaches por medio de la fórmula

$$t = \alpha \frac{d^2}{\delta} + d$$

en la cual d es el diámetro del agujero, δ el espesor del palastro, α un coeficiente igual a $\alpha = 0.56$.

En el caso de una remachadura doble, la relación $\frac{d}{\delta}$ debe quedar la indicada en el cuadro anterior; pero, por el contrario, la relación $\frac{t}{d}$ debe variar de 3.6 a 3.8.

Sin embargo, si se quieren aplicar completamente las reglas que se han enunciado, se llegaría a dar a los remaches dimensiones incómodas. En la práctica se les hace los mayores posibles i se obtiene una gran solidez calculando su distancia de eje a eje o su repartición por la fórmula:

$$t = \beta \frac{d^2}{\delta} + d$$

en la cual β es constante i tiene los valores siguientes para las variaciones de δ comprendidos ente 9.5 milímetros i 19 milímetros:

Resistencia de los palastros en kgrs. por centímetro ²	Resistencia al cartamiento de los remaches en kgrs. por centímetro ²	Valores de β
4,700 Kgrs.	3,770 Kgrs.	1.16
4,400 »	3,460 »	1.16
4,700 »	3,460 »	1.06
4,400 »	3,770 »	1.24

En los casos de remachaduras con doble cubrejuntas, es posible utilizar la resistencia completa de los remaches al cortamiento sin aumentar exajeradamente la presión.

En este caso, si se toman 7,000 kilogramos por centímetro cuadrado como valor máximo de la presión, se encuentra que se obtiene una resistencia máxima para

$$d = 1.8 \delta \quad \text{y} \quad t = 4.1 d$$

Tal es el resumen del resultado de las experiencias del profesor Kennedy.

D. V. S. M.

