

طراحی اتصال پیچی بادبندی با مقطع دابل نبشی

مشخصات مقطع بادبندی:

مقطع بادبندی 2L100x10

عرض بال مقطع $b_{br} := 10$

سانتیمتر

ضخامت جان $t_{br} := 1$

سانتیمتر

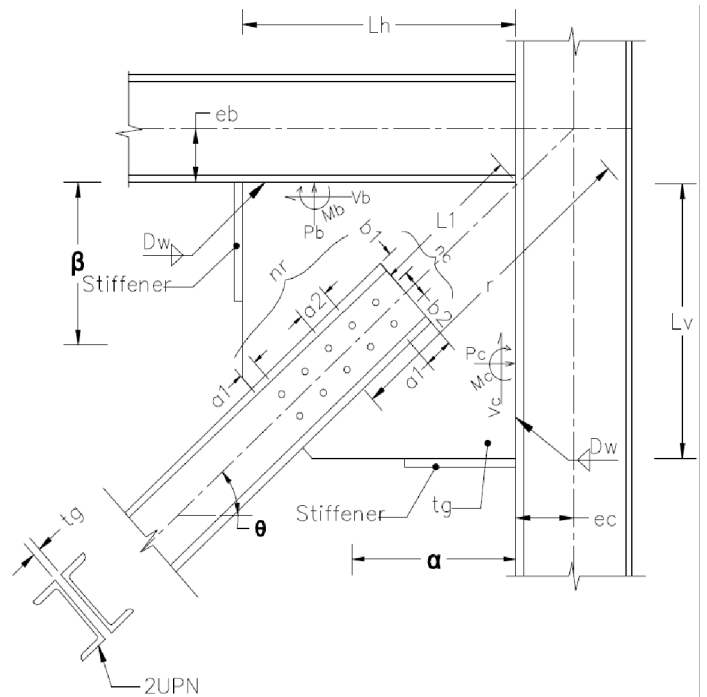
مساحت کل مقطع $A_g := 38.1$

$F_y := 2400$

$F_u := 3700$

مدول الاستیسیته فولاد $E := 2 \times 10^6$

$F_{ye} := 1.15 F_y$



توجه: شکل به صورت تیپیکال می باشد

مشخصات وسایل اتصال:

ضخامت ورق اتصال بادبندی $t_g := 1.2$ سانتیمتر

عرض ورق لچکی کناری $b_s := 0$ سانتیمتر

ضخامت ورق لچکی کناری $t_s := 0$ سانتیمتر

ارتفاع گاست اتصال $L_v := 45$ سانتیمتر

عرض گاست اتصال $L_h := 50$ سانتیمتر

بریدگی ورق در گوشه اتصال $L_1 := 15$ سانتیمتر

بریدگی ورق در گوشه اتصال $clip := 2.5$ سانتیمتر

زاویه بادبندی با قائم $\theta := 60$ درجه

مقاومت الکتروود جوشکاری $F_{uE} := 4200$
بعد جوش گوشه $D_w := 10$ میلیمتر

ضریب بازرسی جوش $\phi := 0.85$

مشخصات تیر

نصف عرض تیر $e_b := 12.5$ سانتیمتر

ضخامت جان تیر $t_{wb} := 1$ سانتیمتر

فاصله از سطح خارجی بال تا انتهای دو ماهیچه جان تیر $k_b := 1.5$ سانتیمتر

برش ماکزیمم تیر در محل اتصال $R_{ub} := 0$ ton

ضخامت بال تیر $t_{fb} := 2$ سانتی متر

مشخصات ستون

نصف عرض ستون $e_c := 0$ سانتیمتر

ضخامت جان ستون $t_{wc} := 1$ سانتیمتر

فاصله از سطح خارجی بال تا انتهای دو ماهیچه جان ستون $k_c := 1.5$ سانتیمتر

ضخامت بال ستون $t_{fc} := 2$ سانتی متر

manual of steel construction load and resistant factor design volume 3 page 11-27

$$X_b := \frac{e_g(L_h - clip) \times \frac{a_h - clip}{2} + t_s \frac{b_s \times s^2}{2}}{t_g(L_h - clip) + t_s b_s} = 23.75 \text{ cm}$$

$$X_c := \frac{t_g(L_v - clip) \times \frac{a_v - clip}{2} + t_s \frac{b_s \times s^2}{2}}{t_g(L_v - clip) + t_s b_s} = 21.25 \text{ cm}$$

$$\alpha_b := clip + L_h + t_s - X_b = 28.75 \quad \text{cm}$$

$$\beta_b := clip + L_v + t_s - X_c = 26.25 \quad \text{cm}$$

توجه

برای توزیع بار نشان داده شده در شکل بالا جهت اینکه در مقطع ممان تولید نشود رابطه زیر باید برقرار باشد

$$\alpha - \beta \tan \theta = e_b \tan \theta - e_c$$

$$\text{طول افقی لازم برای حذف ممان در اتصال} \quad 2(e_b + \beta_b) \tan \frac{\pi}{180} \times \frac{\alpha}{\theta} - e_c = 134.234 \quad \text{cm}$$

$$K := (e_b) \tan \frac{\pi}{180} \times \frac{\alpha}{\theta} - e_c$$

$$K' := \alpha_b \tan \frac{\pi}{180} \times \frac{\alpha}{\theta} + \frac{\alpha_b}{\beta_b} \times \frac{\alpha}{\theta}$$

$$D := \tan^2 \frac{\pi}{180} \times \frac{\alpha^2}{\theta^2} + \frac{\alpha_b^2}{\beta_b^2} \times \frac{\alpha^2}{\theta^2}$$

$$\alpha := \frac{K' \tan \frac{\pi}{180} \times \frac{\alpha}{\theta} + K \frac{\alpha_b}{\beta_b} \times \frac{\alpha}{\theta}}{D} = 39.709 \quad \text{cm}$$

فاصله از لبه بال ستون تا محل اثر بار بر روی بال تیر

$$\beta := \frac{K' - K \tan \frac{\pi}{180} \times \frac{\alpha}{\theta}}{D} = 10.426 \quad \text{cm}$$

فاصله از لبه بال تیر تا محل اثر بار بر روی بال ستون

مشخصات بولتهای اتصال

تعداد ستون پیچ:

$$n_c := 1$$

تعداد ردیف پیچ:

$$n_r := 6$$

تعداد کل بولتها:

$$n_b := n_c \times n_r = 6$$

$$a_1 := 4$$

سانتیمتر

$$b_1 := 3.5$$

سانتیمتر

$$a_2 := 7.5$$

سانتیمتر

$$b_2 := 6$$

سانتیمتر

قطر پیچ:

$$d_b := 20$$

میلیمتر

قطر سوراخ

$$d_h := 22$$

میلیمتر

$$A_b := \frac{\pi}{400} \times d_b^2 = 3.142$$

$$F_{ub} := 10000$$

$$F_v := 0.15 F_{ub} = 1.5 \times 10^3$$

کنترل تنش:

نیروی طراحی المانها:

نوع بادبندی چه نوعی است: **ordinary or special**

$$\text{BraceType} := \text{"ordinary"}$$

$$P_d := \begin{cases} 0.6 F_y \times A_g \times 10^{-3} & \text{if BraceType} = \text{"ordinary"} \\ 0.6 F_y \times A_g \times 10^{-3} & \text{otherwise} \end{cases}$$

با توجه به صفحه 392 مبحث 10، مقاومت فشاری مورد نیاز برابر $1.25 F_a \times A_g$ می باشد. با توجه به اینکه مقدار مذکور کمتر از مقاومت کششی طراحی می باشد، در جهت اطمینان و برای سهولت طراحی، مقاومت فشاری نیز برابر مقاومت کششی قرار داده شده است

با توجه به صفحه 397 مبحث 10 برای مهاربندی های معمولی نیاز به محاسبه
ممان نبوده و با توجه به صفحه 393 مبحث 10 برای بادبندیهای ویژه با یستی
ممان پلاستیک مطابق رابطه روبرو محاسبه شود

$$M_d := 0$$

کنترل المان ناودانی

کنترل گسیختگی قالبی در المان

بر اساس بند 3 صفحه 196 نشریه 264 داریم

$$L_n := (n_r - 1) \times a_2 + a_1 - (n_r - .5) \times \frac{d_h}{10} = 29.4 \quad \text{cm}$$

کنترل برش در بولت ها صفحه 114 مبحث 10

$$B_n := (n_c - 1) \times \frac{a_e}{2} - \frac{d_h}{10} \div 0 \quad \text{cm}$$

$$A_{vn} := 2 \times a_{br} \times L_n = 117.6 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{tn} := 2 \times a_{br} \times B_n = 0 \quad \text{cm}^2$$

$$R := (0.3 \times F_u \times A_{vn} + 0.5 F_u \times A_{tn}) \times 10^{-3} = 130.536 \quad \text{ton}$$

$$\text{Check} := \text{if}(P_d \leq R, "OK", "N.Ok")$$

$$\text{Check} = "OK"$$

کنترل بولت ها برای برش دوطرفه

بند 10-1-10-3 مبحث 10

$$f_v := \frac{P_d \times 10^3}{2 \times (n_b \times A_b)} = 1.455 \times 10^3$$

$$\text{Check} := \text{if}(f_v \leq F_v, "OK", "N.Ok")$$

$$\text{Check} = "OK"$$

$$f_{p1} := \frac{P_d \times 10^3}{n_b \times \frac{d_b}{10} \times a_g} = 3.81 \times 10^3$$

$$\text{Check} := \text{if}(f_{p1} \leq 1.2 \times F_u, "OK", "N.Ok")$$

$$\text{Check} = "OK"$$

$$f_{p2} := \frac{P_d \times 10^3}{2 \times n_b \times \frac{d_b}{10} \times a_{br}} = 2.286 \times 10^3$$

$$\text{Check} := \text{if}(f_{p2} \leq 1.2 F_u, "OK", "N.Ok")$$

$$\text{Check} = "OK"$$

صفحه 115 مبحث 10

کنترل گاست برای کشی

بند 1 صفحه 195 نشریه 264

$$L := (n_r - 1) \times a_2 = 37.5$$

$$W := \frac{a_e}{2} \times B_n + 2 L \times \tan \frac{a_e \pi}{2 \times 180} \times 30 \div 100 = 43.301$$

$$f_t := \frac{P_d \times 10^3}{W \times a_g} = 1.056 \times 10^3$$

$$\text{Check} := \text{if}(f_t \leq 0.6 F_y, "OK", "N.Ok")$$

$$\text{Check} = "OK"$$

کنترل کمانش گاست در عرض وتیمور

بند 2 صفحه 195 نشریه 264

$$r := 0.3 \times a_g = 0.36$$

$$K := 1.2$$

$$\lambda := \frac{K \times L_1}{r} = 50$$

$$C_c := \frac{6440}{\sqrt{F_y}} = 131.456$$

$$F_S := 1.67 + 0.375 \times \frac{\lambda}{C_c} - 0.125 \times \frac{a_e \lambda}{2 \times C_c} \div 100 = 1.806$$

$$F_a := \begin{cases} \frac{1}{2} \times \frac{F_u}{C_c} - \frac{1}{2} \times \frac{F_u}{C_c} & \text{if } \lambda \in C_c \\ \frac{105 \times 10^5}{\lambda^2} & \text{otherwise} \end{cases} \quad F_a = 1.233 \times 10^3$$

$$\text{Check} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } \frac{P_d}{W \times g} \leq F_a \\ \text{"N.Ok"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{Check} = \text{"OK"}$$

کنترل گسیختگی قالبی ورق اتصال:

بند 3 صفحه 196 نشریه 264

$$\begin{aligned} A_{vn} &:= 2 \times g \times L_n = 70.56 \\ A_{tn} &:= t_g \times B_n = 0 \\ R &:= (0.3 F_u \times A_{vn} + 0.5 F_u \times A_{tn}) \times 10^{-3} = 78.322 \\ \text{Check} &:= \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } P_d \leq R \\ \text{"N.Ok"} & \text{otherwise} \end{cases} \\ \text{Check} &= \text{"OK"} \end{aligned}$$

کنترل گمانش لبه آزاد ورق اتصال:

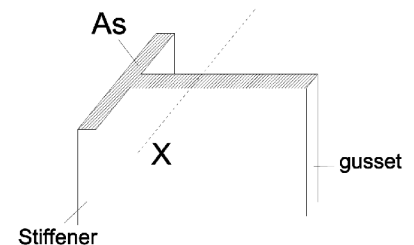
طول لبه آزاد ورق اتصال در جهت اطمینان برابر ماکزیمم بعد ورق در نظر گرفته شده است

$$\begin{aligned} L_v &:= \max(L_v, L_h) = 50 \\ \text{Check} &:= \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } \frac{A}{t_g} \leq 0.85 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \text{"use stiffner at gusset border"} & \text{otherwise} \end{cases} \\ \text{Check} &= \text{"use stiffner at gusset border"} \end{aligned}$$

کنترل نیروها در نزدیکی اتصال گاست به تیر

$$R := \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} = 45.852$$

$$\text{مرکز سطح جوش اتصال گاست به تیر} \quad X_b = 23.75 \quad \text{cm}$$



ممان اینرسی جوش اتصال گاست به تیر

$$\begin{aligned} I_b &:= \frac{1}{12} \times s^3 \times b_s + \frac{t_g \times (L_h - \text{clip})^3}{12} + L_h \times g \times \frac{t_g \times (L_h - \text{clip})}{2} + t_s \times X_b^2 + t_s \times b_s \times X_b - \frac{t_s^2}{2} = 1.072 \times 10^4 \\ S_{minb} &:= \frac{I_b}{(L_h + t_s - X_b)} = 408.274 \end{aligned}$$

$$\text{مرکز سطح جوش اتصال گاست به ستون} \quad X_c = 21.25 \quad \text{cm}$$

ممان اینرسی جوش اتصال گاست به ستون

$$\begin{aligned} I_c &:= \frac{t_g \times (L_v - \text{clip})^3}{12} + L_v \times g \times \frac{t_g \times (L_v - \text{clip})}{2} + t_s \times X_c^2 + (t_s \times b_s) \times X_c - \frac{t_s^2}{2} + \frac{1}{12} \times s^3 \times b_s = 7.677 \times 10^3 \\ S_{minc} &:= \frac{I_c}{(L_v + t_s - \text{clip} - X_c)} = 361.25 \end{aligned}$$

$$\text{نیروهای کنار تیر} \quad P_b := P_d \times \frac{b}{R} = 14.957 \quad \text{ton}$$

ton

$$V_b := P_d \times \frac{\alpha}{R} = 47.514$$

سهم ممان اتصال تیر به گاست $M_b := \frac{I_b}{I_b + I_c} \times M_d + P_b \times |\alpha - \alpha_b| \times 10^{-2} = 1.639 \quad \text{ton.m}$

نیروهای کنار ستون $P_c := P_d \times \frac{C_c}{R} = 0 \quad \text{ton}$

$$V_c := P_d \times \frac{\beta}{R} = 12.475 \quad \text{ton}$$

سهم ممان اتصال ستون به گاست $M_c := \frac{I_c}{I_b + I_c} \times M_d + P_c \times |\beta - \beta_b| \times 10^{-2} = 0 \quad \text{ton.m}$

کنترل جوش گاست به تیر و ستون:

اتصال گاست به تیر

$$L_{wb} := 2 \times (L_h - \text{clip} + b_s) = 95$$

$$A_w := \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{D_w}{10} \times L_{wb} = 67.175$$

$$X := \frac{\frac{(L_h - \text{clip})^2}{2}}{2 \times (L_h - \text{clip} + b_s)} = 23.75$$

$$I := 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{D_w}{10} \times \frac{(L_h - \text{clip})^3}{12} + L_h \times \frac{C_h - \text{clip}}{2} - X \times \frac{D_w^2}{8} + b_s \times X^2 = 1.263 \times 10^4$$

$$S_w := \frac{I}{L_h - \text{clip} - X} = 531.803$$

$$f_{y1} := \frac{P_b \times 10^3}{A_w} = 222.654$$

$$f_{y2} := \frac{M_b \times 10^5}{S_w} = 308.219$$

$$f_x := \frac{V_b \times 10^3}{A_w} = 707.31$$

$$f_{\text{peak}} := \sqrt{f_x^2 + (f_{y1} + f_{y2})^2} = 884.372$$

manual of steel construction load and
resistant factor design volume 1 page
11-38

$$f_{\text{avg}} := \frac{1}{2} \times \sqrt{f_x^2 + (f_{y1} + f_{y2})^2} + \sqrt{f_x^2 + (f_{y1} - f_{y2})^2} = 798.419$$

جهت اطمینان از توزیع تنش

$$f_T := \begin{cases} 1.4 \times f_{\text{avg}} & \text{if } \frac{f_{\text{peak}}}{f_{\text{avg}}} \leq 1.4 \\ f_{\text{peak}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_T = 884.372 \quad \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Check} := \text{if}(f_T \leq 0.3 \phi F_{uE}, \text{"OK"}, \text{"N.Ok"})$$

Check = "OK"

کنترل جوش بر مبنای ظرفیت مقطع:

$$D_w := \frac{0.6 F_y t_g \times 10}{2 \times (0.3 \phi F_{uE})} = 8.067 \quad \text{mm}$$

اتصال گاست به ستون:

$$L_{wc} := 2 \cdot (L_v - \text{clip} + b_s) = 85$$

$$A_w := \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{D_w}{10} \times L_{wc} = 60.104$$

$$X_w := \frac{\frac{(L_v - \text{clip})^2}{2 \times \frac{2}{2}}}{2 \times (L_v - \text{clip} + b_s)} = 21.25$$

$$I_w := 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{D_w}{10} \times \frac{(L_v - \text{clip})^3}{12} + (L_v - \text{clip}) \times \frac{L_v - \text{clip}}{2} \times \frac{X_w^2}{\phi} + b_s \times X_w = 9.047 \times 10^3$$

$$S_w := \frac{I}{L_v - \text{clip} - X} = 425.737$$

$$f_{y1} := \frac{P_c \times 10^3}{A_w} = 0$$

$$f_{y2} := \frac{M_c \times 10^5}{S_w} = 0$$

$$f_x := \frac{V_c \times 10^3}{A_w} = 207.56$$

$$f_{peak} := \sqrt{f_x^2 + (f_{y1} + f_{y2})^2} = 207.56$$

$$f_{avg} := \frac{1}{2} \times \sqrt{f_x^2 + (f_{y1} + f_{y2})^2} + \sqrt{f_x^2 + (f_{y1} - f_{y2})^2} = 207.56$$

جهت اطمینان از توزیع تنش

$$f_r := \begin{cases} 1.4 f_{avg} & \text{if } \frac{f_{peak}}{f_{avg}} \leq 1.4 \\ f_{peak} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$f_r = 207.56 \quad \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$\text{Check} := \text{if}(f_r \leq 0.3 \phi F_{uE}, \text{"OK"}, \text{"N.Ok"})$$

Check = "OK"

کنترل جوش بر مبنای ظرفیت مقطع:

$$D_w := \frac{0.6 F_y t_g \times 10}{2 \times (0.3 \phi F_{uE})} = 8.067 \quad \text{mm}$$

ضخامت ورق نازکتر جوش شونده:

$$t_{min} := \begin{cases} (\min(t_g, t_s) \times 10) & \text{if } t_s \leq 0 \\ \min(t_g) \times 10 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$D_{\max} := \begin{cases} \max(t_{\min} - 2), 7 & \text{if } t_{\min} \geq 7 \\ t_{\min} & \text{otherwise} \end{cases}$$

حداکثر بعد جوش

$$D_{\max} = 10$$

$$D_{\min} := \begin{cases} 5 & \text{if } t_{\min} \leq 12 \\ 6 & \text{if } 12 < t_{\min} \leq 20 \\ 8 & \text{otherwise} \end{cases}$$

حداقل بعد جوش

$$D_{\min} = 5$$

$$Check := \text{if}(D_{\min} \leq D_w \leq D_{\max}, "OK", "N.G.")$$

$$Check = "OK"$$

کنترل تنشها در نزدیکی تیر: $A_s := t_g(L_h - clip) + t_s b_s = 57$

$$f_w := \frac{V_b \times 10^3}{A_s} = 833.572$$

$$Check := \text{if}(f_v \leq 0.4F_y, "OK", "N.Ok")$$

$$Check = "OK"$$

$$f_a := \frac{P_b \times 10^3}{A_s} = 262.4$$

$$f_b := \frac{M_b \times 10^5}{S_{minb}} = 401.476$$

$$f_s := \sqrt{(f_a + f_b)^2 + f_v^2} = 1.066 \times 10^3$$

$$Check := \text{if}(f_s \leq 0.6F_y, "OK", "N.Ok")$$

$$Check = "OK"$$

کنترل تشی در نزدیکی ستون:

نیروهای کنار ستون $P_c = 0 \quad \text{ton}$

$$V_c = 12.475 \quad \text{ton}$$

سهم ممان اتصال ستون به گاست $M_c = 0 \quad \text{ton.m}$

$$A_s := t_g(L_v - clip) + t_s b_s = 51$$

$$f_w := \frac{V_c \times 10^3}{A_s} = 244.612$$

$$Check := \text{if}(f_v \leq 0.4F_y, "OK", "N.Ok")$$

$$Check = "OK"$$

$$f_{ax} := \frac{P_c \times 10^3}{A_s} = 0 \quad f_{bx} := \frac{M_c \times 10^5}{S_{minc}} = 0$$

$$f_{sv} := \sqrt{(f_a + f_b)^2 + f_v^2} = 244.612$$

$$Check := \text{if}(f_s \leq 0.6F_y, "OK", "N.Ok")$$

$$Check = "OK"$$

کنترل تسلیم موضعی جان تیر

$$N := L_h - clip = 47.5 \quad \text{cm}$$

$$R_n := (2.5k_b + N)0.66F_y t_{wb} \times 10^{-3} = 81.18 \quad \text{ton}$$

$$Check := \text{if}(P_b \leq R_n, "OK", "N.Ok")$$

$$Check = "OK"$$

کنترل لپیدگی جان تیر

$$d := 2e_b$$

$$R := 285 \times t_{wb}^2 \left(\frac{N}{C} + 3 \frac{N}{C} \frac{t_{wb}}{t_{fb}} \right) \sqrt{\frac{t_{fb}}{t_{wb}}} \times 10^{-3} = 59.537 \quad \text{ton}$$

$$\text{Check} := \text{if}(P_b \in R, "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

کنترل تسلیم موضعی جان ستون

$$N := L_v - \text{clip} = 42.5 \quad \text{cm}$$

$$R_n := (2.5k_c + N) 0.66 F_y t_{wc} \times 10^{-3} = 73.26 \quad \text{ton}$$

$$\text{Check} := \text{if}(P_c \in R_n, "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

کنترل ظرفیت برشی تیر در محل اتصال

$$V_u := R_{ub} + P_b = 14.957 \quad \text{ton}$$

$$V_{all} := 0.4 F_y t_{wb} (e_b - t_{fb}) \times 10^{-3} = 20.16 \quad \text{ton}$$

$$\text{Check} := \text{if}(V_u \in V_{all}, "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

کنترل فواصل سوراخها

$$P := A_b F_v = 4.712 \times 10^3 \quad \text{صفحه 117 مبحث 10}$$

$$S := \frac{P}{F_u t_g} + \frac{d_b}{2 \times 10} = 2.061 \quad \text{صفحه 117 مبحث 10}$$

$$\text{Check} := \text{if}(C_{a1}^3 \max(CS, 2) \frac{d_b}{10} \leq S, "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 117 مبحث 10

$$\text{Check} := \text{if}(C_{a2}^3 \max(CS, 3) \frac{d_b}{10} \leq S, "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 117 مبحث 10

$$\text{Check} := \text{if}(C_{b1}^3 1.5 \frac{d_b}{10} \leq S, "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 85 نشریه 264

$$\text{Check} := \text{if}(C_{b2}^3 \max(CS, 3) \frac{d_b}{10} \leq S, "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 117 مبحث 10

$$\text{Check} := \text{if}(a_1 \in \min(8.t_g, 12), "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 118 مبحث 10/صفحه 85 نشریه 264

$$\text{Check} := \text{if}(a_2 \in \min(14.t_g, 20), "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 118 مبحث 10/صفحه 85 نشریه 264

$$\text{Check} := \text{if}(b_1 \in \min(8.t_g, 12), "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 118 مبحث 10/صفحه 85 نشریه 264

$$\text{Check} := \text{if}(b_2 \in \min(14.t_g, 20), "OK", "N.Ok")$$

Check = "OK"

صفحه 118 مبحث 10/صفحه 85 نشریه 264

