

**Agip KCO**

AGIP KAZAKHSTAN NORTH CASPIAN OPERATING COMPANY

АДЖИП КАЗАХСТАН НОРТ КАСПИАН ОПЕРЕЙТИНГ КОМПАНИ

**ESKENE WEST RAIL PROJECT
ПРОЕКТ Ж/Д КОМПЛЕКСА ЗАПАДНОГО ЕСКЕНЕ**

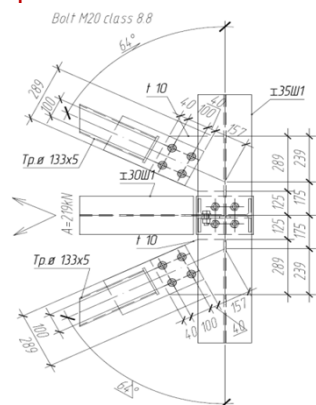
DOCUMENT TITLE		CALCULATION OF DETAIL.					
НАИМЕНОВАНИЕ ДОКУМЕНТА		РАСЧЕТ УЗЛОВ.					
P/O DESCRIPTION ОПИСАНИЕ ЗАКАЗА НА ПОСТАВКУ		SUPPLY OF STRUCTURAL: PAINTED PREFABRICATED STEEL SECTIONS FOR BUILDINGS, PIPERACKS AND STRUCTURES – PART 2. ПОСТАВКА ОКРАШЕННЫХ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЗДАНИЙ, ТРУБНЫХ ЭСТАКАД И СООРУЖЕНИЙ – ЧАСТЬ 2.					
PURCHASE ORDER NO НОМЕР ЗАКАЗА		PWKC02A		CONTRACT NO НОМЕР КОНТРАКТА		2009-0216	
SUPPLIER DOCUMENT NUMBER НОМЕР ДОКУМЕНТА ПОСТАВЩИКА		TR01-PWKC02A-CCT-G03-0001		SUPPLIER DOCUMENT REV РЕВ ДОКУМЕНТА ПОСТАВЩИКА		01	
SUPPLIER ПОСТАВЩИК		Caspian Contractors Trust LLF ТОО Каспиан Контракторс Траст					
TAG NUMBER НОМЕР КОДОВЫХ МЕТОК ОБОРУДОВАНИЯ		N/A					
<input type="checkbox"/>		I ACCEPTED FOR INFORMATION ONLY. SUBMIT RUSSIAN TRANSLATION IF REQUIRED ПРИНЯТО ТОЛЬКО ДЛЯ ИНФОРМАЦИИ. ПРЕДОСТАВИТЬ РУССКИЙ ПЕРЕВОД, ЕСЛИ ТРЕБУЕТСЯ					
<input type="checkbox"/>		R RETURNED WITH COMMENTS. REVISE & RESUBMIT FOR FURTHER REVIEW ВОЗВРАЩЕНО С ЗАМЕЧАНИЯМИ. ПЕРЕСМОТРЕТЬ И ПОВТОРНО ПРЕДСТАВИТЬ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО РАССМОТРЕНИЯ					
<input type="checkbox"/>		U UNACCEPTABLE- MAJOR COMMENTS. REVISE & RESUBMIT FOR FURTHER REVIEW. WORK SHALL NOT PROCEED IN THE AFFECTED AREAS UNTIL COMMENTS ARE RESOLVED. НЕПРИЕМЛЕМО- ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ. ПЕРЕСМОТРЕТЬ И ПОВТОРНО ПРЕДСТАВИТЬ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО РАССМОТРЕНИЯ. РАБОТА В ЗАТРОНУТЫХ ЧАСТЯХ НЕ БУДЕТ ПРОДОЛЖЕНА ДО УСТРАНЕНИЯ					
<input type="checkbox"/>		F ACCEPTED – NO COMMENTS. SUBMIT RUSSIAN TRANSLATION IF REQUIRED ПРИНЯТО – БЕЗ ЗАМЕЧАНИЙ. ПРЕДОСТАВИТЬ РУССКИЙ ПЕРЕВОД, ЕСЛИ ТРЕБУЕТСЯ					
<input type="checkbox"/>		T RUSSIAN TRANSLATION ACCEPTED – NO COMMENTS. РУССКИЙ ПЕРЕВОД ПРИНЯТ – БЕЗ ЗАМЕЧАНИЙ					
REVIEWING ENGINEER'S NAME (PRINT), SIGNATURE & DATE: РЕЦЕНЗИРУЮЩИЙ ИНЖЕНЕР (ПЕЧАТЬЮ), ПОДПИСЬ И ДАТА:							
NAME: ИМЯ:		SIGN: ПОДПИСЬ:		DATE: ДАТА:			
PROJECT DOC NO. & SUBMISSION TO BE COMPLETED IN THE BOXES BELOW № ПРОЕКТНОГО ДОКУМЕНТА И ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ВЫПОЛНЯТЬ В КЛЕТКАХ НИЖЕ							
TR01	M2	PWKC02A	G03	0001	000	01	
ASSET ОБЪЕКТ	SUB PROJECT СУБПРОЕКТ	PURCHASE НОМЕР ЗАКАЗА	SDRS CODE КОД SDRS	SEQUENCE No. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	SHEET No. НОМЕР ЛИСТА	REV РЕВ	

<p>УЗЕЛ MC-1</p> <p>Болты класса прочности 8.8 - M24 B. ГОСТ 7798</p> <p>Эл-ты: Колонна - 40Ш1 Балка - 35Ш1</p> <p>Нагрузки и момент на узел</p> <p>A =105кН 10710,0 кгс - Осевая сила S_y =240кН 24480,0 кгс - Усилие попер-го сдвига M =240кН 24480,0 кгс*м - Момент</p> <p>I. Расчет болтового соединения</p> <p>Усилие воспринимаемое одним болтом</p> <p>1. Расчет на срез</p> <p>$N_{bh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{bh} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 4,52 \cdot 1$ $N_{bh} = 3060 \text{ кгс} \leq 13018 \text{ кгс}$</p> <p>где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соед.на срез Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы n_b - 1 - число расч. срезов 1 болта</p> <p>2. Расчет на смятие</p> <p>$N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,40 \cdot 3,50$ $N_{col} = 3060 \text{ кгс} \leq 49896 \text{ кгс}$</p> <p>где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соед.на смятие d - 2,40 см, - диаметр болта расчетная Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы $\sum t$ - 3,50 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины</p> <p>(*) - п. 2.25 "Расчет стальных конструкций" Я. М. Лихтарников</p> <p>3. Расчет на растяжение</p> <p>$N_t = A / (Y_c \cdot n) \leq R_{bt} \cdot A_{bn}$ $N_t = 10710 / (1 \cdot 8) \leq 4000 \cdot 3,52$ $N_t = 1339 \text{ кгс} \leq 14080 \text{ кгс}$</p> <p>где: R_{bt} - 4 000 кгс/см², - расч. сопр. болт-х соед. на рас-е 1,00 - коэффициент условий работы</p> <p>4.* Болты,работающие на срез от одновр-го действия прод.силы и момента,рассчит.на равнодейст. усилие</p> <p>$N_{max} \leq N_t; N_{bh}; N_{col}$ $6392 \text{ кгс} \leq 14080 \text{ кгс}; 13018 \text{ кгс}; 49896 \text{ кгс}$ $N_{max} = \sqrt{((M \cdot a_{max}) / (k \cdot \sum a^2))^2 + (S_y / n_t)^2}$ $\sum a^2 = 184^2 / 100 + 274^2 / 100 + 364^2 / 100 = 2414,28 \text{ см}^2$ $N_{max} = \sqrt{((24480 \cdot 364) / (2 \cdot 2414,28))^2 + (24480 / 4)^2} = 6392 \text{ кгс}$</p> <p>где: k = 2 - число вертикальных рядов болтов n_t = 4 - количество болтов в одну сторону</p> <p>Расстояние между болтами по нарастающей</p> <p>a₁ = 184 мм a₂ = 274 мм a₃ = 364 мм</p> <p>II. Расчет фланца</p> <p>1. Расчет толщины фланца примыкающей балки</p> <p>$\delta_t \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_t \cdot b / (l_f \cdot R_f)}$ $2,5 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 72608 \cdot (120 / 1000) / ((584 / 1000) \cdot 3050)}$ $2,5 \text{ см} \geq 1,92 \text{ см}$ N_t = M/a_{max} / A/2 N_t = 24480 / (364 / 1000) + 10710 / 2 = 72608 кгс</p> <p>где: N_t - кгф, - одновр-ое дейст.осевой силы и момента R_f - 3 050 кгс/см², - расчетное сопр. стали фланца a_{max} - 364 мм, - макс.расст.между отверстиями δ_t - 25 мм, - принимаемая толщина пластины</p> <p>III. Расчет сварных швов</p> <p>1. Поперечный шов: напряж-е на срез по металлу шва</p> <p>$\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1125 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1125 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 72608 / (0,90 \cdot 10 / 10 \cdot 717 / 10) = 1125 \text{ кгс/см}^2$</p> <p>где: R_{wt} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой) Y_{wt} - 0,85 - коэффициент условий работы шва Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы β_t - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</p> <p>2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</p> <p>$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $964 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $964 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wz} = 72608 / (1,05 \cdot 10 / 10 \cdot 717 / 10) = 964 \text{ кгс/см}^2$ R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 кгс/см²</p> <p>УЗЕЛ MC-1</p> <p>Болты класса прочности 8.8 - M24 B. ГОСТ 7798</p> <p>Эл-ты: Колонна - 40Ш1 Балка - 35Ш1</p> <p>Нагрузки и момент на узел</p> <p>A =105кН 10710,0 кгс - Осевая сила S_y =240кН 24480,0 кгс - Усилие попер-го сдвига M =240кН 24480,0 кгс*м - Момент</p> <p>I. Расчет болтового соединения</p> <p>Усилие воспринимаемое одним болтом</p> <p>1. Расчет на срез</p> <p>$N_{bh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{bh} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 4,52 \cdot 1$ $N_{bh} = 3060 \text{ кгс} \leq 13018 \text{ кгс}$</p> <p>где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соед.на срез Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы n_b - 1 - число расч. срезов 1 болта</p> <p>2. Расчет на смятие</p> <p>$N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,40 \cdot 3,50$ $N_{col} = 3060 \text{ кгс} \leq 49896 \text{ кгс}$</p> <p>где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соед.на смятие d - 2,40 см, - диаметр болта расчетная Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы $\sum t$ - 3,50 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины</p> <p>(*) - п. 2.25 "Расчет стальных конструкций" Я. М. Лихтарников</p> <p>3. Расчет на растяжение</p> <p>$N_t = A / (Y_c \cdot n) \leq R_{bt} \cdot A_{bn}$ $N_t = 10710 / (1 \cdot 8) \leq 4000 \cdot 3,52$ $N_t = 1339 \text{ кгс} \leq 14080 \text{ кгс}$</p> <p>где: R_{bt} - 4 000 кгс/см², - расч. сопр. болт-х соед. на рас-е 1,00 - коэффициент условий работы</p> <p>4.* Болты,работающие на срез от одновр-го действия прод.силы и момента,рассчит.на равнодейст. усилие</p> <p>$N_{max} \leq N_t; N_{bh}; N_{col}$ $6392 \text{ кгс} \leq 14080 \text{ кгс}; 13018 \text{ кгс}; 49896 \text{ кгс}$ $N_{max} = \sqrt{((M \cdot a_{max}) / (k \cdot \sum a^2))^2 + (S_y / n_t)^2}$ $\sum a^2 = 184^2 / 100 + 274^2 / 100 + 364^2 / 100 = 2414,28 \text{ см}^2$ $N_{max} = \sqrt{((24480 \cdot 364) / (2 \cdot 2414,28))^2 + (24480 / 4)^2} = 6392 \text{ кгс}$</p> <p>где: k = 2 - число вертикальных рядов болтов n_t = 4 - количество болтов в одну сторону</p> <p>Расстояние между болтами по нарастающей</p> <p>a₁ = 184 мм a₂ = 274 мм a₃ = 364 мм</p> <p>II. Расчет фланца</p> <p>1. Расчет толщины фланца примыкающей балки</p> <p>$\delta_t \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_t \cdot b / (l_f \cdot R_f)}$ $2,5 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 72608 \cdot (120 / 1000) / ((584 / 1000) \cdot 3050)}$ $2,5 \text{ см} \geq 1,92 \text{ см}$ N_t = M/a_{max} / A/2 N_t = 24480 / (364 / 1000) + 10710 / 2 = 72608 кгс</p> <p>где: N_t - кгф, - одновр-ое дейст.осевой силы и момента R_f - 3 050 кгс/см², - расчетное сопр. стали фланца a_{max} - 364 мм, - макс.расст.между отверстиями δ_t - 25 мм, - принимаемая толщина пластины</p> <p>III. Расчет сварных швов</p> <p>1. Поперечный шов: напряж-е на срез по металлу шва</p> <p>$\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1125 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1125 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 72608 / (0,90 \cdot 10 / 10 \cdot 717 / 10) = 1125 \text{ кгс/см}^2$</p> <p>где: R_{wt} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой) Y_{wt} - 0,85 - коэффициент условий работы шва Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы β_t - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</p> <p>2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</p> <p>$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $964 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $964 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wz} = 72608 / (1,05 \cdot 10 / 10 \cdot 717 / 10) = 964 \text{ кгс/см}^2$ R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 кгс/см²</p> <p>DETAIL MC-1</p> <p>Bolt of accuracy class 8.8 - M24 B. GOST 7798</p> <p>Elements: Column - 40W1 Beam - 35W1</p> <p>Connection force and moment</p> <p>A =105kN 10710,0 kgf - Axial S_y =240kN 24480,0 kgf - Shear vertical M =240kN 24480,0 kgf*m - Moment</p> <p>I. Bolted connection calculation</p> <p>The force taken by 1 bolt</p> <p>1. Shear analysis</p> <p>$N_{bh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{bh} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 4,52 \cdot 1$ $N_{bh} = 3060 \text{ kgf} \leq 13018 \text{ kgf}$</p> <p>where:</p> <p>R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions n_b - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt</p> <p>2. Collapse calculation</p> <p>$N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,40 \cdot 3,50$ $N_{col} = 3060 \text{ kgf} \leq 49896 \text{ kgf}$</p> <p>where:</p> <p>R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - desing allowable bearing d - 2,40 cm, - diameter bolt Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions $\sum t$ - 3,50 cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action</p> <p>(*) - п. 2.25 "Design of structural steel" J. M. Liharnikov</p> <p>3. Tension analysis</p> <p>$N_t = A / (Y_c \cdot n) \leq R_{bt} \cdot A_{bn}$ $N_t = 10710 / (1 \cdot 8) \leq 4000 \cdot 3,52$ $N_t = 1339 \text{ kgf} \leq 14080 \text{ kgf}$</p> <p>where:</p> <p>R_{bt} - 4 000 kgf/cm², - desing allowable tension stress Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</p> <p>4.* We calculate bolts in shear from simultaneous action longitudinal force and moment for total force</p> <p>$N_{max} \leq N_t; N_{bh}; N_{col}$ $6392 \text{ kgf} \leq 14080 \text{ kgf}; 13018 \text{ kgf}; 49896 \text{ kgf}$ $N_{max} = \sqrt{((M \cdot a_{max}) / (k \cdot \sum a^2))^2 + (S_y / n_t)^2}$ $\sum a^2 = 184^2 + 274^2 + 364^2 = 2414,28 \text{ cm}^2$ $N_{max} = \sqrt{((24480 \cdot 364) / (2 \cdot 2414,28))^2 + (24480 / 4)^2} = 6392 \text{ kgf}$</p> <p>where: k = 2 - number of bolt vertical rows n_t = 4 - quantity of bolts to the side</p> <p>The distance between the bolts on the rise</p> <p>a₁ = 184 mm a₂ = 274 mm a₃ = 364 mm</p> <p>II. Flange calculation</p> <p>1. Calculation flange thickness adherent beams</p> <p>$\delta_t \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_t \cdot b / (l_f \cdot R_f)}$ $2,5 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 72608 \cdot (120 / 1000) / ((584 / 1000) \cdot 3050)}$ $2,5 \text{ cm} \geq 1,92 \text{ cm}$ N_t = M/a_{max} / A/2 N_t = 24480 / (364 / 1000) + 10710 / 2 = 72608 kgf</p> <p>where:</p> <p>N_t - kgf, - simultaneous action of axial force & moment R_f - 3 050 kgf/cm², - desing resistance steel of flange a_{max} - 364 mm, - max.distance between holes δ_t - 25 mm, - assumed plate thickness</p> <p>III. Weld calculation</p> <p>1. Transverse weld: shear tension by weld metal</p> <p>$\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1125 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1125 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 72608 / (0,90 \cdot 10 / 10 \cdot 717 / 10) = 1125 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>where:</p> <p>R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</p> <p>2. Transverse weld: shear tension by frame melting metal</p> <p>$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $964 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $964 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wz} = 72608 / (1,05 \cdot 10 / 10 \cdot 717 / 10) = 964 \text{ kgf/cm}^2$ R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 kgf/cm²</p> <p>DETAIL MC-1</p> <p>Bolt of accuracy class 8.8 - M24 B. GOST 7798</p> <p>Elements: Column - 40W1 Beam - 35W1</p> <p>Connection force and moment</p> <p>A =105kN 10710,0 kgf - Axial S_y =240kN 24480,0 kgf - Shear vertical M =240kN 24480,0 kgf*m - Moment</p> <p>I. Bolted connection calculation</p> <p>The force taken by 1 bolt</p> <p>1. Shear analysis</p> <p>$N_{bh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{bh} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 4,52 \cdot 1$ $N_{bh} = 3060 \text{ kgf} \leq 13018 \text{ kgf}$</p> <p>where:</p> <p>R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions n_b - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt</p> <p>2. Collapse calculation</p> <p>$N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 24480 / (1 \cdot 8) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,40 \cdot 3,50$ $N_{col} = 3060 \text{ kgf} \leq 49896 \text{ kgf}$</p> <p>where:</p> <p>R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_t - 1,05 - coefficient value at weld leg</p> <p>3. Vertical weld: shear tension by weld metal</p> <p>$\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1854 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1854 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 72608 / (0,90 \cdot 8 / 10 \cdot 544 / 10) = 1854 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>where:</p> <p>R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</p> <p>4. Vertical weld: shear tension by frame melting metal</p> <p>$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $1589 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1589 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\delta_{wz} = 72608 / (1,05 \cdot 8 / 10 \cdot 544 / 10) = 1589 \text{ kgf/cm}^2$ R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 kgf/cm²</p> <p>where:</p> <p>R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</p> <p>IV. Verification column web</p> <p>1. Strengthening column web is not required when the following conditions</p> <p>$T_t \leq T_{per}$ $1617 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2525 \text{ kgf/cm}^2$ $T_t = (N_t + S_y) / A_{cw}$ $T_t = (72608 + 24480) / 60,06 = 1617 \text{ kgf/cm}^2$ A_{cw} = δ_{cw} * a_N A_{cw} = 16,5 * 364 / 100 = 60,06 kgf/cm² T_{per} = $\sqrt{((1,15 \cdot R_u)^2 - \delta^2) / 3}$ T_{per} = $\sqrt{((1,15 \cdot 4600)^2 - 2975^2) / 3} = 2525 \text{ kgf/cm}^2$ δ = $\sqrt{(\delta_u)^2 + 3 \cdot \tau^2}$ δ = $\sqrt{1414^2 + 3 \cdot 1511^2} = 2975 \text{ kgf/cm}^2$ δ_x = S/F_k + M/W_k δ_x = 24480 / 135,95 + (24480 * 100) / 1983,40 = 1414 kgf/cm² τ = N_t / (0,8 * A_{cw}) τ = 72608 / (0,8 * 60,06) = 1511 kgf/cm² τ ≤ R_s $1511 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2596 \text{ kgf/cm}^2$ R_s = 0,58 * R_{un} / Y_m R_s = 0,58 * 4700 / 1,05 = 2596 kgf/cm²</p> <p>where:</p> <p>A_{cw} - cm² - cross sec. area web column assumed load δ_{cw} - 16,5 - mm, thickness web column a_N - 364 - mm, distance web column, assumed load R_u - 4 600 kgf/cm², -desing resistance steel of plate&flange R_{un} - 4 700 kgf/cm², -characteristic strength steel of plate&flange Y_m - 1,05 - partial safety factor for material strength F_k - 135,95 cm², - cross sectional area column W_k - 1 983,40 cm³, - moment resistance column</p> <p>2. Transversal stiffeners are not required when the following conditions</p> <p>$\delta_{loc} \leq R_u / Y_c$ $754 \text{ kgf/cm}^2 \leq 4600 / 1,10$ $754 \text{ kgf/cm}^2 \leq 4181 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{loc} = N_t / (\delta_{cw} \cdot l)$ $\delta_{loc} = 72608 / (16,5 \cdot 584 / 100) = 754 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>where:</p> <p>R_u - 4 600 kgf/cm², -desing resistance steel of plate&flange Y_c - 1,10 - coefficient of working conditions</p> <p>Stiffeners not required</p>
--

<div>УЗЕЛ MC-2</div> <div>Болты класса прочности 8.8 - M20 B. ГОСТ 7798</div> <div><div>Эл-ты: Колонна - 40Ш1</div><div>Связь - C14</div><div>Нагрузки и момент на узел</div></div> <div>A =40кН 4080,0 кгс - Осевая сила</div> <div>S_y =50кН 5100,0 кгс - Усилие попер-го сдвига</div> <div>M =9кН 918,0 кгс*м - Момент</div> <div><div>I. Расчет болтового соединения</div><div>Усилие воспринимаемое одним болтом</div><div>1. Расчет на срез</div><div>$N_{sh}=S_y/(Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$$N_{sh} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$$N_{sh} = 1275 \text{ кгс} \leq 9043 \text{ кгс}$<div>где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соед.на срез</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы</div><div>n_b - 1 - число расч. срезов 1 болта</div></div><div>2. Расчет на смятие</div><div>$N_{col}=S_y/(Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$$N_{col} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,50$$N_{col} = 1275 \text{ кгс} \leq 29700 \text{ кгс}$<div>где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соед.на смятие</div><div>d - 2,00 см, - диаметр болта расчетная</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы</div><div>∑t - 2,50 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины</div></div><div>3. Расчет на растяжение</div><div>$N_t=A/(Y_c \cdot n) \leq R_{bt} \cdot A_{bn}$$N_t = 4080 / (1 \cdot 4) \leq 4000 \cdot 2,45$$N_t = 1020 \text{ кгс} \leq 9800 \text{ кгс}$<div>где: R_{bt} - 4 000 кгс/см², - расч. сопр. болт-х соед. на рас-е</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div></div><div>4.* Болты,работающие на срез от одновр-го действия прод.силы и момента,рассчит.на равнодейст. усилие</div><div>$N_{max} \leq N_t; N_{sh}; N_{col}$$2574 \text{ кгс} \leq 9800 \text{ кгс}; 9043 \text{ кгс}; 29700 \text{ кгс}$$N_{max} = \sqrt{(M \cdot a_{max}) / (k \cdot \sum a^2) + (S_y / n_t)^2}$$\sum a^2 = 130^2 / 100 = 169 \text{ см}^2$$N_{max} = \sqrt{((918 \cdot 130) / (2 \cdot 169))^2 + (5100 / 2)^2} = 2574 \text{ кгс}$<div>где: k = 2 - число вертикальных рядов болтов</div><div>n_t = 2 - количество болтов в одну сторону</div><div>Расстояние между болтами по нарастающей</div><div>a₁ = 130 мм a_{max} = a₁</div></div><div><div>II. Расчет фланца</div><div>1. Расчет толщины фланца примыкающей балки</div><div>$\delta_t \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_t \cdot b / (l_t \cdot R_f)}$$1,2 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 9102 \cdot (160 / 1000) / ((240 / 1000) \cdot 3200)}$$1,2 \text{ см} \geq 1,19 \text{ см}$$N_t = M/a_{max} + A/2$$N_t = 918 / (130 / 1000) + 4080 / 2 = 9102 \text{ кгс}$<div>где: N_t - kgf, - одновр-ое дейст.осевой силы и момента</div><div>R_f - 3 200 кгс/см², - расчетное сопр. стали фланца</div><div>a_{max} - 130 мм, - макс.расст.между отверстиями</div><div>δ_t - 12 мм, - принимаемая толщина пластины</div></div><div><div>III. Расчет сварных швов</div><div>1. Поперечный шов: напряж-е на срез по металлу шва</div><div>$\bar{\sigma}_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$$1756 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$1756 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$$\bar{\sigma}_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wt} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1756 \text{ кгс/см}^2$<div>где: R_{wt} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой)</div><div>Y_{wt} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_t - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</div></div><div>2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$$1505 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$1505 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$$\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1505 \text{ кгс/см}^2$$R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$<div>где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов(угловой)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_z - 1,05 - значение коэффициента при катете шва,</div></div></div><div><div>3. Верт-ый шов: напряж-е на срез по металлу шва</div><div>$\bar{\sigma}_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$$733 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$733 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$$\bar{\sigma}_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wt} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 733 \text{ кгс/см}^2$<div>где: R_{wt} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов(угловой)</div><div>Y_{wt} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_t - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</div></div><div>4. Вертикальный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$$628 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$628 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$$\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 628 \text{ кгс/см}^2$$R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$<div>где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_z - 1,05 - значение коэффициента при катете шва,</div></div><div><div>IV. Проверка стенки колонны</div><div>1. Усиление стенки колонны не требуется, при выполнении следующих условий</div><div>$T_t \leq T_{per}$$662 \text{ кгс/см}^2 \leq 3075 \text{ кгс/см}^2$$T_t = (N_t + S_y) / A_{cw}$$T_t = (9102 + 5100) / 21,45 = 662 \text{ кгс/см}^2$$A_{cw} = \delta_{cw} \cdot a_N$$A_{cw} = 16,5 \cdot 130 / 100 = 21,45 \text{ кгс/см}^2$$T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot R_u)^2 - \delta^3) / 3}$$T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot 4700)^2 - 922^3) / 3} = 3075 \text{ кгс/см}^2$$\delta = \sqrt{(\delta_s)^2 + 3 \cdot r^2}$$\delta = \sqrt{84^2 + 3 \cdot 530^2} = 922 \text{ кгс/см}^2$$\delta_s = S / F_k + M / W_k$$\delta_s = 5100 / 135,95 + (918 \cdot 100) / 1983,40 = 84 \text{ кгс/см}^2$$T = N_t / (0,8 \cdot A_{cw})$$T = 9102 / (0,8 \cdot 21,45) = 530 \text{ кгс/см}^2$$T \leq R_s$$530 \text{ кгс/см}^2 \leq 2651 \text{ кгс/см}^2$$R_s = 0,58 \cdot R_{un} / Y_m$$R_s = 0,58 \cdot 4800 / 1,05 = 2651 \text{ кгс/см}^2$<div>где: A_{cw} - см² - площ.сеч.стенки колонны,прин.нагрузку</div><div>δ_{cw} - 16,5 - мм,толщ.стенки колонны</div><div>a_N - 130 - мм,расст.стенки колонны,прин.нагрузку</div><div>R_u - 4 700 кгс/см², - расч.сопр.стали лист.фасон.пр-та</div><div>R_{un} - 4 800 кгс/см², - норм.сопр.стали лист.фасон.пр-та</div><div>Y_m - 1,05 - коэффициент надежности по материалу,</div><div>F_k - 135,95 см², - площ.сечения колонны</div><div>W_k - 1 983,40 см³, - момент сопр.колонны</div></div></div></div></div></div>	<div>DETAIL MC-2</div> <div>Болт of accuracy class 8.8 - M20 B. GOST 7798</div> <div><div>Elements: Column - 40W1</div><div>Support - C14</div><div>Connection force and moment</div></div> <div>A =40кН 4080,0 kgf - Axial</div> <div>S_y =50кН 5100,0 kgf - Shear vertical</div> <div>M =9кН 918,0 kgf*m - Moment</div> <div><div>I. Bolted connection calculation</div><div>The force taken by 1 bolt</div><div>1. Shear analysis</div><div>$N_{sh}=S_y/(Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$$N_{sh} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$$N_{sh} = 1275 \text{ kgf} \leq 9043 \text{ kgf}$<div>where:</div><div>R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions</div><div>n_b - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt</div></div><div>2. Collapse calculation</div><div>$N_{col}=S_y/(Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$$N_{col} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,50$$N_{col} = 1275 \text{ kgf} \leq 29700 \text{ kgf}$<div>where:</div><div>R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - desing allowable bearing</div><div>d - 2,00 cm, - diameter bolt</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions</div><div>∑t - 2,50 cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action</div></div><div>3. Tension analysis</div><div>$N_t=A/(Y_c \cdot n) \leq R_{bt} \cdot A_{bn}$$N_t = 4080 / (1 \cdot 4) \leq 4000 \cdot 2,45$$N_t = 11020 \text{ kgf} \leq 9800 \text{ kgf}$<div>where:</div><div>R_{bt} - 4 000 kgf/cm², - desing allowable tension stress</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div></div><div>4.* We calculate bolts in shear from simultaneous action longitudinal force and moment for total force</div><div>$N_{max} \leq N_t; N_{sh}; N_{col}$$2574 \text{ kgf} \leq 9800 \text{ kgf}; 9043 \text{ kgf}; 29700 \text{ kgf}$$N_{max} = \sqrt{(M \cdot a_{max}) / (k \cdot \sum a^2) + (S_y / n_t)^2}$$\sum a^2 = 130^2 / 100 = 169 \text{ cm}^2$$N_{max} = \sqrt{((918 \cdot 130) / (2 \cdot 169))^2 + (5100 / 2)^2} = 2574 \text{ kgf}$<div>where: k = 2 - number of bolt vertical rows</div><div>n_t = 2 - quantity of bolts to the side</div><div>The distance between the bolts on the rise</div><div>a₁ = 130 mm a_{max} = a₁</div></div><div><div>II. Flange calculation</div><div>1. Calculation flange thickness adherent beams</div><div>$\delta_t \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_t \cdot b / (l_t \cdot R_f)}$$1,2 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 9102 \cdot (160 / 1000) / ((240 / 1000) \cdot 3200)}$$1,2 \text{ cm} \geq 1,19 \text{ cm}$$N_t = M/a_{max} + A/2$$N_t = 918 / (130 / 1000) + 4080 / 2 = 9102 \text{ kgf}$<div>where:</div><div>N_t - kgf, - simultaneous action of axial force & moment</div><div>R_f - 3 200 kgf/cm², - desing resistance steel of flange</div><div>a_{max} - 130 mm, - max.distance between holes</div><div>δ_t - 12 mm, - assumed plate thickness</div></div><div><div>III. Weld calculation</div><div>1. Transverse weld: shear tension by weld metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$$1756 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$1756 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$$\bar{\sigma}_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wt} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1756 \text{ kgf/cm}^2$<div>where:</div><div>R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</div></div><div>2. Transverse weld: shear tension by frame melting metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$$1505 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$1505 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$$\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1505 \text{ kgf/cm}^2$$R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$<div>where:</div><div>R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_z - 1,05 - coefficient value at weld leg</div></div></div></div></div>	<div>DETAIL MC-2</div> <div>Болт M20 class 8.8</div> <div><div>Elements: Column - 40W1</div><div>Support - C14</div><div>Connection force and moment</div></div> <div>A =40кН 4080,0 kgf - Axial</div> <div>S_y =50кН 5100,0 kgf - Shear vertical</div> <div>M =9кН 918,0 kgf*m - Moment</div> <div><div>I. Bolted connection calculation</div><div>The force taken by 1 bolt</div><div>1. Shear analysis</div><div>$N_{sh}=S_y/(Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$$N_{sh} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,85 \cdot 1$$N_{sh} = 1275 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$$\bar{\sigma}_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wt} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 733 \text{ kgf/cm}^2$<div>where:</div><div>R_{bs} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</div></div><div>2. Vertical weld: shear tension by weld metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$$733 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$733 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$$\bar{\sigma}_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wt} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 733 \text{ kgf/cm}^2$<div>where:</div><div>R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</div></div><div>3. Vertical weld: shear tension by frame melting metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$$628 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$628 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$$\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$$\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 628 \text{ kgf/cm}^2$$R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$<div>where:</div><div>R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_z - 1,05 - coefficient value at weld leg</div></div><div><div>IV. Verification column web</div><div>1. Strengthening column web is not required when the following conditions</div><div>$T_t \leq T_{per}$$662 \text{ kgf/cm}^2 \leq 3075 \text{ kgf/cm}^2$$T_t = (N_t + S_y) / A_{cw}$$T_t = (9102 + 5100) / 21,45 = 662 \text{ kgf/cm}^2$$A_{cw} = \delta_{cw} \cdot a_N$$A_{cw} = 16,5 \cdot 130 / 100 = 21,45 \text{ kgf/cm}^2$$T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot R_u)^2 - \delta^3) / 3}$$T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot 4700)^2 - 922^3) / 3} = 3075 \text{ kgf/cm}^2$$\delta = \sqrt{(\delta_s)^2 + 3 \cdot r^2}$$\delta = \sqrt{84^2 + 3 \cdot 530^2} = 922 \text{ kgf/cm}^2$$\delta_s = S / F_k + M / W_k$$\delta_s = 5100 / 135,95 + (918 \cdot 100) / 1983,40 = 84 \text{ kgf/cm}^2$$T = N_t / (0,8 \cdot A_{cw})$$T = 9102 / (0,8 \cdot 21,45) = 530 \text{ kgf/cm}^2$$T \leq R_s$$530 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2651 \text{ kgf/cm}^2$$R_s = 0,58 \cdot R_{un} / Y_m$$R_s = 0,58 \cdot 4800 / 1,05 = 2651 \text{ kgf/cm}^2$<div>where:</div><div>A_{cw} - cm² - cross sec. area web column assumed load</div><div>δ_{cw} - 16,5 - mm, thickness web column</div><div>a_N - 130 - mm, distance web column, assumed load</div><div>R_u - 4 700 kgf/cm², -desing resistance steel of plate&flange</div><div>R_{un} - 4 800 kgf/cm², -characteristic strength steel of plate&flange</div><div>Y_m - 1,05 - partial safety factor for material strength</div><div>F_k - 135,95 cm², - cross sectional area column</div><div>W_k - 1 983,40 cm³, - moment resistance column</div></div></div></div>
--	---	---

<div>УЗЕЛ MC-4</div> <div>Болты класса прочности 8.8 - M20 B. ГОСТ 7798</div> <div><div>Эл-ты: Балка - 35Ш1</div><div>Связь - C14</div><div>Нагрузки и момент на узел</div></div> <div>A =40кН 4080,0 кгс - Осевая сила</div> <div>S_y =50кН 5100,0 кгс - Усилие попер-го сдвига</div> <div>M =9кН 918,0 кгс*м - Момент</div> <div><div>I. Расчет болтового соединения</div><div>Усилия воспринимаемое одним болтом</div><div>1. Расчет на срез</div><div>$N_{sh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{sh} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$ $N_{sh} = 1275 \text{ кгс} \leq 9043 \text{ кгс}$</div><div>где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соед.на срез</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы</div><div>n_b - 1 - число расч. срезов 1 болта</div><div>2. Расчет на смятие</div><div>$N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,00$ $N_{col} = 1275 \text{ кгс} \leq 23760 \text{ кгс}$</div><div>где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соед.на смятие</div><div>d - 2,00 см, - диаметр болта расчетная</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы</div><div>∑t - 2,00 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины</div><div>3. Расчет на растяжение</div><div>$N_t = A / (Y_c \cdot n) \leq R_{bt} \cdot A_{bn}$ $N_t = 4080 / (1 \cdot 4) \leq 4000 \cdot 2,45$ $N_t = 1020 \text{ кгс} \leq 9800 \text{ кгс}$</div><div>где: R_{bt} - 4 000 кгс/см², - расч. сопр. болт-х соед. на рас-е</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>4.* Болты,работающие на срез от одновр-го действия прод.силы и момента,рассчит.на равнодейст. усилие</div><div>$N_{max} \leq N_t; N_{sh}; N_{col}$ $2574 \text{ кгс} \leq 9800 \text{ кгс}; 9043 \text{ кгс}; 23760 \text{ кгс}$ $N_{max} = \sqrt{((M \cdot a_{max}) / (k \cdot \sum a_i^2) + (S_y / n_i))^2}$ $\sum a^2 = 130^2 / 100 = 169 \text{ см}^2$ $N_{max} = \sqrt{((918 \cdot 130) / (2 \cdot 169))^2 + (5100 / 2)^2} = 2574 \text{ кгс}$</div><div>где: k = 2 - число вертикальных рядов болтов</div><div>n_i = 2 - количество болтов в одну сторону</div><div>Расстояние между болтами по нарастающей</div><div>a₁ = 130 мм a_{max} = a₁</div><div><div>II. Расчет фланца</div><div>1. Расчет толщины фланца примыкающей балки</div><div>$\delta_i \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_t \cdot b / (l_f \cdot R_f)}$ $1,2 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 9102 \cdot (160 / 1000) / ((240 / 1000) \cdot 3200)}$ $1,2 \text{ см} \geq 1,19 \text{ см}$ $N_t = M / a_{max} + A / 2$ $N_t = 918 / (130 / 1000) + 4080 / 2 = 9102 \text{ кгс}$</div><div>где: N_t - кгф, - одновр-ое дейст.осевой силы и момента</div><div>R_f - 3 200 кгс/см², - расчетное сопр. стали фланца</div><div>a_{max} - 130 мм, - макс.расст.между отверстиями</div><div>δ_i - 12 мм, - принимаемая толщина пластины</div><div><div>III. Расчет сварных швов</div><div>1. Поперечный шов: напряж-е на срез по металлу шва</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $1756 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1756 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$ $\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1756 \text{ кгс/см}^2$</div><div>где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_t - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</div><div>2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $1505 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1505 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$ $\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1505 \text{ кгс/см}^2$ $R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$</div><div>где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов(угловой)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_z - 1,05 - значение коэффициента при катете шва,</div><div>3. Верт-ый шов: напряж-е на срез по металлу шва</div><div>$\bar{\sigma}_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $733 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $733 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$ $\bar{\sigma}_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wt} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 733 \text{ кгс/см}^2$</div><div>где: R_{wt} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов(угловой)</div><div>Y_{wt} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_t - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</div><div>4. Вертикальный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $628 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $628 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$ $\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 628 \text{ кгс/см}^2$ $R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$</div><div>где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β_z - 1,05 - значение коэффициента при катете шва,</div><div>IV. Проверка стенки колонны</div><div>1. Усиление стенки колонны не требуется, при выполнении следующих условий</div><div>$T_t \leq T_{per}$ $662 \text{ кгс/см}^2 \leq 3075 \text{ кгс/см}^2$ $T_t = (N_t + S_y) / A_{cw}$ $T_t = (9102 + 5100) / 21,45 = 662 \text{ кгс/см}^2$ $A_{cw} = \delta_{cw} \cdot a_N$ $A_{cw} = 16,5 \cdot 130 / 100 = 21,45 \text{ кгс/см}^2$ $T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot R_u)^2 - \delta^3) / 3}$ $T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot 4700)^2 - 922^3) / 3} = 3075 \text{ кгс/см}^2$ $\delta = \sqrt{((\delta_u)^2 + 3 \cdot \tau^2)}$ $\delta = \sqrt{84^2 + 3 \cdot 530^2} = 922 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_u = S / F_k + M / W_k$ $\delta_u = 5100 / 135,95 + (918 \cdot 100) / 1983,40 = 84 \text{ кгс/см}^2$ $\tau = N_t / (0,8 \cdot A_{cw})$ $\tau = 9102 / (0,8 \cdot 21,45) = 530 \text{ кгс/см}^2$ $\tau \leq R_s$ $530 \text{ кгс/см}^2 \leq 2651 \text{ кгс/см}^2$ $R_s = 0,58 \cdot R_{un} / Y_m$ $R_s = 0,58 \cdot 4800 / 1,05 = 2651 \text{ кгс/см}^2$</div><div>где: A_{cw} - см² - площ.сеч.стенки колонны,прин.нагрузку</div><div>δ_{cw} - 16,5 - мм,толщ.стенки колонны</div><div>a_N - 130 - мм,расст.стенки колонны,прин.нагрузку</div><div>R_u - 4 700 кгс/см², - расч.сопр.стали лист.фасон.пр-та</div><div>R_{un} - 4 800 кгс/см², - норм.сопр.стали лист.фасон.пр-та</div><div>Y_m - 1,05 - коэффициент надежности по материалу,</div><div>F_k - 135,95 см², - площ.сечения колонны</div><div>W_k - 1 983,40 см³, - момент сопр.колонны</div><div>2. Поперечные ребра жесткости колонны не требуется, при выполнении следующих условий</div><div>$\bar{\sigma}_{loc} \leq R_u / Y_c$ $230 \text{ кгс/см}^2 \leq 4700 / 1,10$ $230 \text{ кгс/см}^2 \leq 5170 \text{ кгс/см}^2$ $\bar{\sigma}_{loc} = N_t / (\delta_{cw} \cdot l)$ $\bar{\sigma}_{loc} = 9102 / (16,5 \cdot 240 / 100) = 230 \text{ кгс/см}^2$</div><div>где: R_u - 4 700 кгс/см², - расч.сопр.стали лист.фасон.пр-та</div><div>Y_c - 1,10 - коэффициент условий работы</div><div>Ребра жесткости не требуется</div><div><div>DETAIL MC-4</div><div>Болт of accuracy class 8.8 - M20 B. GOST 7798</div><div><div>Elements: Beam - 35W1</div><div>Support - C14</div><div>Connection force and moment</div></div><div>A =40кН 4080,0 кгf - Axial</div><div>S_y =50кН 5100,0 кгf - Shear vertical</div><div>M =9кН 918,0 кгf*м - Moment</div><div><div>I. Bolted connection calculation</div><div>The force taken by 1 bolt</div><div>1. Shear analysis</div><div>$N_{sh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{sh} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$ $N_{sh} = 1275 \text{ kgf} \leq 9043 \text{ kgf}$</div><div>where:</div><div>R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions</div><div>n_b - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt</div><div>2. Collapse calculation</div><div>$N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 5100 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,00$ $N_{col} = 1275 \text{ kgf} \leq 23760 \text{ kgf}$</div><div>where:</div><div>R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - desing allowable bearing</div><div>d - 2,00 cm, - diameter bolt</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions</div><div>∑t - 2,00 cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action</div><div>3. Tension analysis</div><div>$N_t = A / (Y_c \cdot n) \leq R_{bt} \cdot A_{bn}$ $N_t = 4080 / (1 \cdot 4) \leq 4000 \cdot 2,45$ $N_t = 11020 \text{ kgf} \leq 9800 \text{ kgf}$</div><div>where:</div><div>R_{bt} - 4 000 kgf/cm², - desing allowable tension stress</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>4.* We calculate bolts in shear from simultaneous action longitudinal force and moment for total force</div><div>$N_{max} \leq N_t; N_{sh}; N_{col}$ $2574 \text{ kgf} \leq 9800 \text{ kgf}; 9043 \text{ kgf}; 23760 \text{ kgf}$ $N_{max} = \sqrt{((M \cdot a_{max}) / (k \cdot \sum a_i^2) + (S_y / n_i))^2}$ $\sum a^2 = 130^2 / 100 = 169 \text{ cm}^2$ $N_{max} = \sqrt{((918 \cdot 130) / (2 \cdot 169))^2 + (5100 / 2)^2} = 2574 \text{ kgf}$</div><div>where: k = 2 - number of bolt vertical rows</div><div>n_i = 2 - quantity of bolts to the side</div><div>The distance between the bolts on the rise</div><div>a₁ = 130 mm a_{max} = a₁</div><div><div>II. Flange calculation</div><div>1. Calculation flange thickness adherent beams</div><div>$\delta_i \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_t \cdot b / (l_f \cdot R_f)}$ $1,2 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 9102 \cdot (160 / 1000) / ((240 / 1000) \cdot 3200)}$ $1,2 \text{ cm} \geq 1,19 \text{ cm}$ $N_t = M / a_{max} + A / 2$ $N_t = 918 / (130 / 1000) + 4080 / 2 = 9102 \text{ kgf}$</div><div>where:</div><div>N_t - kgf, - simultaneous action of axial force & moment</div><div>R_f - 3 200 kgf/cm², - desing resistance steel of flange</div><div>a_{max} - 130 mm, - max.distance between holes</div><div>δ_i - 12 mm, - assumed plate thickness</div><div><div>III. Weld calculation</div><div>1. Transverse weld: shear tension by weld metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $1756 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1756 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$ $\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1756 \text{ kgf/cm}^2$</div><div>where:</div><div>R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</div><div>2. Transverse weld: shear tension by frame melting metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $1505 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1505 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$ $\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 96 / 10) = 1505 \text{ kgf/cm}^2$ $R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$</div><div>where:</div><div>R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_z - 1,05 - coefficient value at weld leg</div><div>3. Vertical weld: shear tension by weld metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $733 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $733 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$ $\bar{\sigma}_{wt} = N_t / (\beta_t \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wt} = 9102 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 733 \text{ kgf/cm}^2$</div><div>where:</div><div>R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_t - 0,90 - coefficient value at weld leg</div><div>4. Vertical weld: shear tension by frame melting metal</div><div>$\bar{\sigma}_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $628 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $628 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$ $\bar{\sigma}_{wz} = N_t / (\beta_z \cdot k_t \cdot l_{wg})$ $\bar{\sigma}_{wz} = 9102 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 230 / 10) = 628 \text{ kgf/cm}^2$ $R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$</div><div>where:</div><div>R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular)</div><div>Y_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β_z - 1,05 - coefficient value at weld leg</div><div>IV. Verification column web</div><div>1. Strengthening column web is not required when the following conditions</div><div>$T_t \leq T_{per}$ $662 \text{ kgf/cm}^2 \leq 3075 \text{ kgf/cm}^2$ $T_t = (N_t + S_y) / A_{cw}$ $T_t = (9102 + 5100) / 21,45 = 662 \text{ kgf/cm}^2$ $A_{cw} = \delta_{cw} \cdot a_N$ $A_{cw} = 16,5 \cdot 130 / 100 = 21,45 \text{ kgf/cm}^2$ $T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot R_u)^2 - \delta^3) / 3}$ $T_{per} = \sqrt{((1,15 \cdot 4700)^2 - 922^3) / 3} = 3075 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta = \sqrt{((\delta_u)^2 + 3 \cdot \tau^2)}$ $\delta = \sqrt{84^2 + 3 \cdot 530^2} = 922 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_u = S / F_k + M / W_k$ $\delta_u = 5100 / 135,95 + (918 \cdot 100) / 1983,40 = 84 \text{ kgf/cm}^2$ $\tau = N_t / (0,8 \cdot A_{cw})$ $\tau = 9102 / (0,8 \cdot 21,45) = 530 \text{ kgf/cm}^2$ $\tau \leq R_s$ $530 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2651 \text{ kgf/cm}^2$ $R_s = 0,58 \cdot R_{un} / Y_m$ $R_s = 0,58 \cdot 4800 / 1,05 = 2651 \text{ kgf/cm}^2$</div><div>where:</div><div>A_{cw} - cm² - cross sec. area web column assumed load</div><div>δ_{cw} - 16,5 - mm, thickness web column</div><div>a_N - 130 - mm, distance web column, assumed load</div><div>R_u - 4 700 kgf/cm², -desing resistance steel of plate&flange</div><div>R_{un} - 4 800 kgf/cm², -characteristic strength steel of plate&flange</div><div>Y_m - 1,05 - partial safety factor for material strength</div><div>F_k - 135,95 cm², - cross sectional area column</div><div>W_k - 1 983,40 cm³, - moment resistance column</div><div>2. Transversal stiffeners are not required when the following conditions</div><div>$\bar{\sigma}_{loc} \leq R_u / Y_c$ $230 \text{ kgf/cm}^2 \leq 4700 / 1,10$ $230 \text{ kgf/cm}^2 \leq 5170 \text{ kgf/cm}^2$ $\bar{\sigma}_{loc} = N_t / (\delta_{cw} \cdot l)$ $\bar{\sigma}_{loc} = 9102 / (16,5 \cdot 240 / 100) = 230 \text{ kgf/cm}^2$</div><div>where:</div><div>R_u - 4 700 kgf/cm², -desing resistance steel of plate&flange</div><div>Y_c - 1,10 - coefficient of working conditions</div><div>Stiffeners not required</div></div></div></div></div></div></div></div>

УЗЕЛ НВВ-1
Болты класса прочности 8.8 - M20 В. ГОСТ 7798



Эл-ты: Балка - 35Ш1
Горизонтальная связь - Тр.Ø133x5

Нагрузки на узел

A = 219кН 22338,0 кгс - Осевая сила
A_y = 197кН 20094,0 кгс - Усилие попер-го сдвига

I. Расчет болтового соединения

Усилия воспринимаемое одним болтом

1. Расчет на срез

$$N_{sh} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s$$

$$N_{sh} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$$

$$N_{sh} = 5585 \text{ кгс} \leq 9043 \text{ кгс}$$

где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соедин.на срез
γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы
γ_b - 0,90 - коэффициент условий работы
n_s - 1 - число расч. срезов 1 болта

2. Расчет на смятие

$$N_{col} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t$$

$$N_{col} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 1,80$$

$$N_{col} = 5585 \text{ кгс} \leq 21384 \text{ кгс}$$

где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соедин.на смятие
d - 2,00 см, - диаметр болта расчетная
γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы
γ_b - 0,90 - коэффициент условий работы
∑t - 1,80 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины

II. Расчет фасонки проверяется в опасном сечении из расчета на растяжение-сжатие

1. Сечение фасонки для связи

$$\delta \geq F_t / a_f$$

$$1 \geq 6,981 / 289 / 10$$

$$1 \text{ см} \geq 0,242 \text{ см}$$

$$F_t = A / R_y$$

$$F_t = A / R_y = 22338 / 3200 = 6,981 \text{ см}^2$$

где: R_y - 3 200 кгс/см², - расч. сопр. стали фланца
a_f - 289 мм, -длина фасонной пласт.в опас.сечении

2. Проверка фасонки в опасном сечении на устойчивость

$$A / F_{fk} \cdot \phi \leq R_y$$

$$22338 / 28,9 \cdot 980 / 1000 \leq 3200$$

$$789 \text{ кгс/см}^2 \leq 3200 \text{ кгс/см}^2$$

$$F_{fk} = \delta \cdot a_f$$

$$F_{fk} = 1 \cdot 289 / 10 = 28,9 \text{ см}^2$$

где: φ - 980 кгс/см², - коэф. для элементов из стали

III. Расчет сварных швов

1. Напряжение на срез по металлу шва

$$\delta_{wf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c$$

$$1288 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$

$$1288 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$$

$$\delta_{wf} = A_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wv})$$

$$\delta_{wf} = 20094 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 289 / 10) = 1288 \text{ кгс/см}^2$$

где: R_{wf} - 2200 кгс/см² - расч.сопр.металла швов (угловой)
γ_{wf} - 0,85 - коэффициент условий работы шва
γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы
β_f - 0,9 - значение коэффициента при катете шва

2. Напряжение на срез по металлу границы плавления

$$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c$$

$$1104 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$

$$1104 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$$

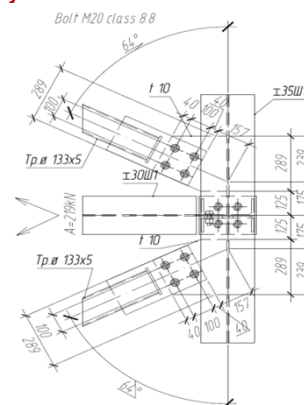
$$\delta_{wz} = A_y / (\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wv})$$

$$\delta_{wz} = 20094 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 289 / 10) = 1104 \text{ кгс/см}^2$$

$$R_{wz} = R_{wf} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$$

где: R_{wz} - 2200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов(угловой)
γ_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва
γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы
β_z - 1,05 - значение коэффициента при катете шва

DETAIL HVB-1
Bolt of accuracy class 8.8 - M20 B. GOST 7798



Elements: Beam - 35Ш1
Horizontal braces - Тр.Ø133x5

Connection forces

A = 238кН 22338,0 kgf - Axial
A_y = 197кН 20094,0 kgf - Shear vertical

I. Bolted connection calculation

The force taken by 1 bolt

1. Shear analysis

$$N_{sh} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s$$

$$N_{sh} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$$

$$N_{sh} = 5585 \text{ kgf} \leq 9043 \text{ kgf}$$

where: R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress
γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions
γ_b - 0,90 - coefficient of working conditions
n_s - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt

2. Collapse calculation

$$N_{col} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t$$

$$N_{col} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 1,80$$

$$N_{col} = 5585 \text{ kgf} \leq 21384 \text{ kgf}$$

where: R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - desing allowable bearing
d - 2,00 cm, - diameter bolt
γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions
γ_b - 0,90 - coefficient of working conditions
∑t - 1,80 cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action

II. Calculation gusset plate is checked in a dangerous section of the tension-compression

1. Section gusset plate for connection

$$\delta \geq F_t / a_f$$

$$1 \geq 6,981 / 289$$

$$1 \text{ cm} \geq 0,242 \text{ cm}$$

$$F_t = A / R_y$$

$$F_t = A / R_y = 22338 / 3200 = 6,981 \text{ см}^2$$

where: R_y - 3 200 kgf/cm², - desing resistance steel of flange
a_f - 289 mm, -length gusset plate in a dangerous section

2. Checking of gusset plate in dangerous section on stability

$$A / F_{fk} \cdot \phi \leq R_y$$

$$22338 / 28,9 \cdot 980 / 1000 \leq 3200$$

$$789 \text{ kgf/cm}^2 \leq 3200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_{fk} = \delta \cdot a_f$$

$$F_{fk} = 1 \cdot 289 / 10 = 28,9 \text{ см}^2$$

where: φ - 980 kgf/cm², - coefficient for elements in steel

III. Weld calculation

1. Shear tension by weld metal

$$\delta_{wf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c$$

$$1288 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$

$$1288 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\delta_{wf} = A_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wv})$$

$$\delta_{wf} = 20094 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 289 / 10) = 1288 \text{ kgf/cm}^2$$

where: R_{wf} - 2200 kgf/cm² - design resistance weld metal(angular)
γ_{wf} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld
γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions
β_f - 0,9 - coefficient value at weld leg

2. Shear tension by frame melting metal

$$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c$$

$$1104 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$

$$1104 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\delta_{wz} = A_y / (\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wv})$$

$$\delta_{wz} = 20094 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 289 / 10) = 1104 \text{ kgf/cm}^2$$

$$R_{wz} = R_{wf} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$$

where: R_{wz} - 2200 kgf/cm² - design resistance weld metal(angular)
γ_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld
γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions
β_z - 1,05 - coefficient value at weld leg



I. Расчет болтового соединения
Усилия воспринимаемое одним болтом

1. Расчет на срез
 $N_{sh} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s$
 $N_{sh} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$
 $N_{sh} = 5585 \text{ кгс} \leq 9043 \text{ кгс}$

где:

R _{bs} -	3 200	кгс/см ² , - расч.сопр.болтовых соед.на срез
γ _c -	1,00	- коэффициент условий работы
γ _b -	0,90	- коэффициент условий работы
n _s -	1	- число расч. срезов 1 болта

2. Расчет на смятие
 $N_{col} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t$
 $N_{col} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 1,80$
 $N_{col} = 5585 \text{ кгс} \leq 21384 \text{ кгс}$

где:

R _{bp} -	6 600	кгс/см ² , - расч.сопр.болт-х соед.на смятие
d -	2,00	см, - диаметр болта расчетная
γ _c -	1,00	- коэффициент условий работы
γ _b -	0,90	- коэффициент условий работы
∑t -	1,80	см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины

II. Расчет фасонки проверяется в опасном сечении из расчета на растяжение-сжатие

1. Сечение фасонки для связи

$\delta \geq F_t / a_f$
 $1 \geq 6,981 / 297 / 10$
 $1 \text{ см} \geq 0,235 \text{ см}$

$F_t = A / R_y$
 $F_t = A / R_y = 22338 / 3200 = 6,981 \text{ см}^2$

где:

R _y -	3 200	кгс/см ² , - расч. сопр. стали фланца
a _f -	297	мм, -длина фасонной пласт.в опас.сечении

2. Проверка фасонки в опасном сечении на устойчивость

$A / F_{fk} \cdot \phi \leq R_y$
 $22338 / 29,7 \cdot 980 / 1000 \leq 3200$
 $768 \text{ кгс/см}^2 \leq 3200 \text{ кгс/см}^2$
 $F_{fk} = \delta \cdot a_f$
 $F_{fk} = 1 \cdot 297 / 10 = 29,7 \text{ см}^2$

где:

φ -	980	кгс/см ² , - коэф. для элементов из стали
-----	-----	--

III. Расчет сварных швов

1. Напряжение на срез по металлу шва

$\delta_{wf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c$
 $278 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$
 $278 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$
 $\delta_{wf} = A_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wv})$
 $\delta_{wf} = 8364 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 557 / 10) = 278 \text{ кгс/см}^2$

где:

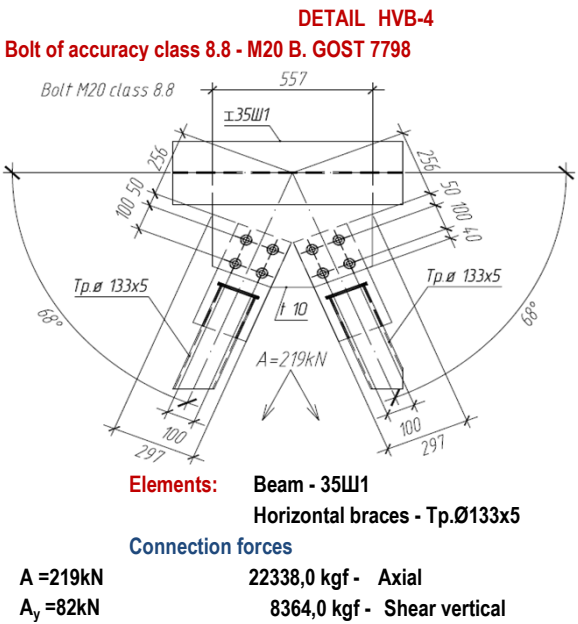
R _{wf} -	2200	кгс/см ² - расч.сопр.металла швов (угловой)
γ _{wf} -	0,85	- коэффициент условий работы шва
γ _c -	1,00	- коэффициент условий работы
β _f -	0,9	- значение коэффициента при катете шва

2. Напряжение на срез по металлу границы плавления

$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c$
 $238 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$
 $238 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$
 $\delta_{wz} = A_y / (\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wv})$
 $\delta_{wz} = 8364 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 526 / 10) = 238 \text{ кгс/см}^2$
 $R_{wz} = R_{wf} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$

где:

R _{wz} -	2200	кгс/см ² , - расч.сопр.металла швов(угловой)
γ _{wz} -	0,85	- коэффициент условий работы шва
γ _c -	1,00	- коэффициент условий работы
β _z -	1,05	- значение коэффициента при катете шва



I. Bolted connection calculation
The forse taken by 1 bolt

1. Shear analysis
 $N_{sh} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s$
 $N_{sh} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$
 $N_{sh} = 5585 \text{ kgf} \leq 9043 \text{ kgf}$

where:

R _{bs} -	3 200	kgf/cm ² , - desing allowable shear stress
γ _c -	1,00	- coefficient of working conditions
γ _b -	0,90	- coefficient of working conditions
n _s -	1	- number of desing bolt shears for 1 bolt

2. Collapse calculation
 $N_{col} = A / (\gamma_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t$
 $N_{col} = 22338 / (1 \cdot 4) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 1,80$
 $N_{col} = 5585 \text{ kgf} \leq 21384 \text{ kgf}$

where:

R _{bp} -	6 600	kgf/cm ² , - desing allowable bearing
d -	2,00	cm, - diameter bolt
γ _c -	1,00	- coefficient of working conditions
γ _b -	0,90	- coefficient of working conditions
∑t -	1,80	cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action

II. Calculation gusset plate is checked in a dangerous section of the tension-compression

1. Section gusset plate for connection

$\delta \geq F_t / a_f$
 $1 \geq 6,981 / 297 / 10$
 $1 \text{ cm} \geq 0,235 \text{ cm}$
 $F_t = A / R_y$
 $F_t = A / R_y = 24276 / 3200 = 6,981 \text{ см}^2$

where:

R _y -	3 200	kgf/cm ² , - desing resistance steel of flange
a _f -	297	mm,-length gusset plate in a dangerous section

2. Checking of gusset plate in dangerous section on stability

$A / F_{fk} \cdot \phi \leq R_y$
 $22338 / 29,7 \cdot 980 / 1000 \leq 3200$
 $768 \text{ kgf/cm}^2 \leq 3200 \text{ kgf/cm}^2$
 $F_{fk} = \delta \cdot a_f$
 $F_{fk} = 1 \cdot 297 / 10 = 29,7 \text{ см}^2$

where:

φ -	980	kgf/cm ² , - coefficient for elements in steel
-----	-----	---

III. Weld calculation

1. Shear tension by weld metal

$\delta_{wf} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c$
 $278 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$
 $278 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$
 $\delta_{wf} = A_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wv})$
 $\delta_{wf} = 8364 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 557 / 10) = 278 \text{ kgf/cm}^2$

where:

R _{wf} -	2200	kgf/cm ² - design resistance weld metal(angular)
γ _{wf} -	0,85	- coefficient of working conditions of weld
γ _c -	1,00	- coefficient of working conditions
β _f -	0,9	- coefficient value at weld leg

2. Shear tension by frame melting metal

$\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c$
 $238 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$
 $238 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$
 $\delta_{wz} = A_y / (\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wv})$
 $\delta_{wz} = 8364 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 557 / 10) = 238 \text{ kgf/cm}^2$
 $R_{wz} = R_{wf} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$

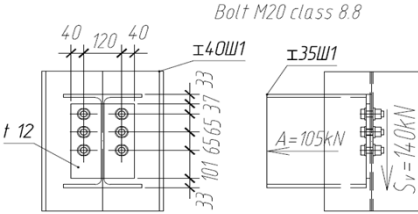
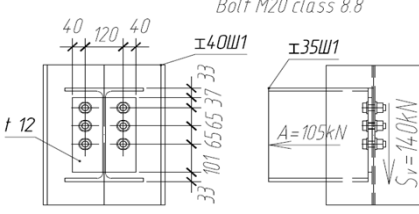
where:

R _{wz} -	2200	kgf/cm ² - design resistance weld metal(angular)
γ _{wz} -	0,85	- coefficient of working conditions of weld
γ _c -	1,00	- coefficient of working conditions
β _z -	1,05	- coefficient value at weld leg



<div>УЗЕЛ SC-1</div> <div>Болты класса прочности 8.8 - M20 B. ГОСТ 7798</div> <div><div>Эл-ты: Колонна - 40Ш1</div><div>Балка - 35Ш1</div><div>Нагрузки и момент на узел</div><div>A =105kH10710,0 кгс - Осевая сила</div><div>S_y =285kH29070,0 кгс - Усилие попер-го сдвига</div></div> <div><div>I. Расчет болтового соединения</div><div>Усилия воспринимаемое одним болтом</div><div>1. Расчет на срез</div><div>N_{sh}=S_v/(γ_c*n) ≤ R_{bs}*γ_b*A_b*n_s</div><div>N_{sh} = 29070 / (1 * 6) ≤ 3200 * 0,90 * 3,14 * 1</div><div>N_{sh} = 4845 кгс ≤ 9043 кгс</div><div>где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соед.на срез</div><div>γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>γ_b - 0,90 - коэффициент условий работы</div><div>n_s - 1 - число расч. срезов 1 болта</div><div>2. Расчет на смятие</div><div>N_{col}=S_v/(γ_c*n) ≤ R_{bp}*γ_b*d*Σt</div><div>N_{col} = 29070 / (1 * 6) ≤ 6600 * 0,90 * 2,00 * 2,00</div><div>N_{col} = 4845 кгс ≤ 23760 кгс</div><div>где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соед.на смятие</div><div>d - 2,00 см, - диаметр болта расчетная</div><div>γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>γ_b - 0,90 - коэффициент условий работы</div><div>Σt - 2,00 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины</div><div>II. Расчет фланца</div><div>1. Расчет толщины фланца примыкающей балки</div><div>δ_f ≥ 1/2√ 3 * S_y * b / (2 * l_f * R_y)</div><div>1,0 ≥ 1/2√ 3 * 29070 * (140 / 1000) / ((354 / 1000) * 3200)</div><div>1,0 см ≥ 1,16 см</div><div>где: R_y - 3 200 кгс/см², - расчетное сопр. стали фланца</div><div>δ_f - 10 мм, - принимаемая толщина пластины</div><div>III. Расчет сварных швов</div><div>1. Поперечный шов: напряж-е на срез по металлу шва</div><div>δ_{wt} ≤ R_{wt}*γ_{wt}*γ_c</div><div>1085 кгс/см² ≤ 2200 * 0,85 * 1</div><div>1085 кгс/см² ≤ 1870 кгс/см²</div><div>δ_{wt} = S_v/(β₁*k_t*l_{wv})</div><div>δ_{wt} = 29070 / (0,90 * 6 / 10 * 496 / 10) = 1085 кгс/см²</div><div>где: R_{wt} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой)</div><div>γ_{wt} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β₁ - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</div><div>2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</div><div>δ_{wz} ≤ R_{wz}*γ_{wz}*γ_c</div><div>930 кгс/см² ≤ 2000 * 0,85 * 1</div><div>930 кгс/см² ≤ 1700 кгс/см²</div><div>δ_{wz} = S_v/(β₂*k_t*l_{wv})</div><div>δ_{wz} = 29070 / (1,05 * 6 / 10 * 496 / 10) = 930 кгс/см²</div><div>R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 кгс/см²</div><div>где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой)</div><div>γ_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва</div><div>γ_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div><div>β₂ - 1,05 - значение коэффициента при катете шва,</div><div>3. Верт-ый шов: напряж-е на срез по металлу шва</div><div>δ_{wt} ≤ R_{wt}*γ_{wt}*γ_c</div><div>1565 кгс/см² ≤ 2200 * 0,85 * 1</div><div>1565 кгс/см² ≤ 1870 кгс/см²</div><div>δ_{wt} = S_v/(β₁*k_t*l_{wv})</div><div>δ_{wt} = 29070 / (0,90 * 6 / 10 * 344 / 10) = 1565 кгс/см²</div></div>	<div>DETAIL SC-1</div> <div>Бolt of accuracy class 8.8 - M20 B. ГОСТ 7798</div> <div><div>Elements: Column - 40W1</div><div>Support - C14</div><div>Connection force and moment</div><div>A =105kN10710,0 kgf - Axial</div><div>S_y =285kN29070,0 kgf - Shear vertical</div></div> <div><div>I. Bolted connection calculation</div><div>The forse taken by 1 bolt</div><div>1. Shear analysis</div><div>N_{sh}=S_v/(γ_c*n) ≤ R_{bs}*γ_b*A_b*n_s</div><div>N_{sh} = 29070 / (1 * 6) ≤ 3200 * 0,90 * 3,14 * 1</div><div>N_{sh} = 4845 kgf ≤ 9043 kgf</div><div>where:</div><div>R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress</div><div>γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>γ_b - 0,90 - coefficient of working conditions</div><div>n_s - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt</div><div>2. Collapse calculation</div><div>N_{col}=S_v/(γ_c*n) ≤ R_{bp}*γ_b*d*Σt</div><div>N_{col} = 29070 / (1 * 6) ≤ 6600 * 0,90 * 2,00 * 2,00</div><div>N_{col} = 4845 kgf ≤ 23760 kgf</div><div>where:</div><div>R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - desing allowable bearing</div><div>d - 2,00 cm, - diameter bolt</div><div>γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>γ_b - 0,90 - coefficient of working conditions</div><div>Σt - 2,00 cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action</div><div>II. Flange calculation</div><div>1. Calculation flange thickness adherent beams</div><div>δ_f ≥ 1/2√ 3 * N_y * b / (2 * l_f * R_y)</div><div>1,0 ≥ 1/2√ 3 * 29070 * (140 / 1000) / ((354 / 1000) * 3200)</div><div>1,0 cm ≥ 1,16 cm</div><div>where:</div><div>R_y - 3 200 kgf/cm², - desing resistance steel of flange</div><div>δ_f - 10 mm, - assumed plate thickness</div><div>III. Weld calculation</div><div>1. Transverse weld: shear tension by weld metal</div><div>δ_{wt} ≤ R_{wt}*γ_{wt}*γ_c</div><div>1085 kgf/cm² ≤ 2200 * 0,85 * 1</div><div>1085 kgf/cm² ≤ 1870 kgf/cm²</div><div>δ_{wt} = S_v/(β₁*k_t*l_{wv})</div><div>δ_{wt} = 29070 / (0,90 * 6 / 10 * 496 / 10) = 1085 kgf/cm²</div><div>where:</div><div>R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal (angular)</div><div>γ_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β₁ - 0,90 - coefficient value at weld leg</div><div>2. Transverse weld: shear tension by frame melting metal</div><div>δ_{wz} ≤ R_{wz}*γ_{wz}*γ_c</div><div>930 kgf/cm² ≤ 2000 * 0,85 * 1</div><div>930 kgf/cm² ≤ 1700 kgf/cm²</div><div>δ_{wz} = S_v/(β₂*k_t*l_{wv})</div><div>δ_{wz} = 29070 / (1,05 * 6 / 10 * 496 / 10) = 930 kgf/cm²</div><div>R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 kgf/cm²</div><div>where:</div><div>R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal (angular)</div><div>γ_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld</div><div>γ_c - 1,00 - coefficient of working conditions</div><div>β₂ - 1,05 - coefficient value at weld leg</div><div>3. Vertical weld: shear tension by weld metal</div><div>δ_{wt} ≤ R_{wt}*γ_{wt}*γ_c</div><div>1565 kgf/cm² ≤ 2200 * 0,85 * 1</div><div>1565 kgf/cm² ≤ 1870 kgf/cm²</div><div>δ_{wt} = S_v/(β₁*k_t*l_{wv})</div><div>δ_{wt} = 29070 / (0,90 * 6 / 10 * 344 / 10) = 1565 kgf/cm²</div></div>
---	---

<div>УЗЕЛ SC-3</div> <div>Болты класса прочности 8.8 - M20 B. ГОСТ 7798</div> <div>Эл-ты: Колонна - 35Ш1 Балка - 30Ш1</div> <div>Нагрузки и момент на узел</div> <div>A =75кН 7650,0 кгс - Осевая сила S_y =285кН 29070,0 кгс - Усилие попер-го сдвига</div> <div>I. Расчет болтового соединения</div> <div>Усилия воспринимаемое одним болтом</div> <div>1. Расчет на срез</div> <div>$N_{sh}=A/(Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_s$$N_{sh} = 7650 / (1 \cdot 3) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$$N_{sh} = 2550 \text{ кгс} \leq 9043 \text{ кгс}$<div>где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соедин.на срез Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы n_s - 1 - число расч. срезов 1 болта</div></div> <div>2. Расчет на смятие</div> <div>$N_{col}=A/(Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$$N_{col} = 7650 / (1 \cdot 3) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,00$$N_{col} = 2550 \text{ кгс} \leq 23760 \text{ кгс}$<div>где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соедин.на смятие d - 2,00 см, - диаметр болта расчетная Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы $\sum t$ - 2,00 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенок проф. и примыкающей торцевой пластины</div></div> <div>II. Расчет фланца</div> <div>1. Расчет толщины фланца примыкающей балки</div> <div>$\delta_t \geq S_y / (l_f \cdot R_y \cdot Y_c)$$1,2 \geq 29070 / (268 / 10 \cdot 3200 \cdot 1)$$1,2 \text{ см} \geq 0,339 \text{ см}$<div>где: R_y - 3 200 кгс/см², - расчетное сопр. стали фланца δ_t - 12 мм, - принимаемая толщина пластины Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div></div> <div>III. Расчет сварных швов</div> <div>1. Поперечный шов: напряж-е на срез по металлу шва</div> <div>$\sigma_{wf} \leq R_{wf} \cdot Y_{wf} \cdot Y_c$$570 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$570 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$$\sigma_{wf} = \sqrt{(S_y/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2 + (A/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2}$$\sigma_{wf} = \sqrt{(29070/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2 + (7650/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2} = 570 \text{ кгс/см}^2$<div>где: R_{wf} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой) Y_{wf} - 0,85 - коэффициент условий работы шва Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы β_f - 0,90 - значение коэффициента при катете шва</div></div> <div>2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</div> <div>$\sigma_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$$489 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$489 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$$\sigma_{wz} = \sqrt{(S_y/(\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wz}))^2 + (A/(\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wz}))^2}$$\sigma_{wz} = \sqrt{(29070/(1,05 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2 + (7650/(1,05 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2} = 489 \text{ кгс/см}^2$$R_{wz} = R_{wf} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$<div>где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов(угловой) Y_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы β_z - 1,05 - значение коэффициента при катете шва,</div></div> <div>3. Верт-ый шов: напряж-е на срез по металлу шва</div> <div>$\sigma_{wf} \leq R_{wf} \cdot Y_{wf} \cdot Y_c$$1618 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$1618 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$$\sigma_{wf} = \sqrt{(S_y/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2 + (A/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2}$$\sigma_{wf} = \sqrt{(29070/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 258/10))^2 + (7650/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 258/10))^2} = 1618 \text{ кгс/см}^2$</div>	<div>DETAIL SC-3</div> <div>Bolt of accuracy class 8.8 - M20 B. GOST 7798</div> <div>Elements: Column - 35W1 Baem - 30W1</div> <div>Connection force and moment</div> <div>A =75кН 7650,0 kgf - Axial S_y =285кН 29070,0 kgf - Shear vertical</div> <div>I. Bolted connection calculation</div> <div>The force taken by 1 bolt</div> <div>1. Shear analysis</div> <div>$N_{sh}=A/(Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_s$$N_{sh} = 7650 / (1 \cdot 3) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$$N_{sh} = 2550 \text{ kgf} \leq 9043 \text{ kgf}$<div>where: R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions n_s - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt</div></div> <div>2. Collapse calculation</div> <div>$N_{col}=A/(Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$$N_{col} = 7650 / (1 \cdot 3) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,00$$N_{col} = 2550 \text{ kgf} \leq 23760 \text{ kgf}$<div>where: R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - desing allowable bearing d - 2,00 cm, - diameter bolt Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions $\sum t$ - 2,00 cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action</div></div> <div>II. Flange calculation</div> <div>1. Calculation flange thickness adherent beams</div> <div>$\delta_t \geq S_y / (l_f \cdot R_y \cdot Y_c)$$1,2 \geq 29070 / (268 / 10 \cdot 3200 \cdot 1)$$1,2 \text{ cm} \geq 0,339 \text{ cm}$<div>where: R_y - 3 200 kgf/cm², - desing resistance steel of flange δ_t - 10 mm, - assumed plate thickness Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы</div></div> <div>III. Weld calculation</div> <div>1. Transverse weld: shear tension by weld metal</div> <div>$\sigma_{wf} \leq R_{wf} \cdot Y_{wf} \cdot Y_c$$570 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$570 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$$\sigma_{wf} = \sqrt{(S_y/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2 + (A/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2}$$\sigma_{wf} = \sqrt{(29070/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2 + (7650/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2} = 570 \text{ kgf/cm}^2$<div>where: R_{wf} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wf} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_f - 0,90 - coefficient value at weld leg</div></div> <div>2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления</div> <div>$\sigma_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$$489 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$$489 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$$\sigma_{wz} = \sqrt{(S_y/(\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wz}))^2 + (A/(\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wz}))^2}$$\sigma_{wz} = \sqrt{(29070/(1,05 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2 + (7650/(1,05 \cdot 8/10 \cdot 732/10))^2} = 489 \text{ kgf/cm}^2$$R_{wz} = R_{wf} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$<div>where: R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_z - 1,05 - coefficient value at weld leg</div></div> <div>3. Vertical weld: shear tension by weld metal</div> <div>$\sigma_{wf} \leq R_{wf} \cdot Y_{wf} \cdot Y_c$$1618 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$$1618 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$$\sigma_{wf} = \sqrt{(S_y/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2 + (A/(\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wf}))^2}$$\sigma_{wf} = \sqrt{(29070/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 258/10))^2 + (7650/(0,90 \cdot 8/10 \cdot 258/10))^2} = 1618 \text{ kgf/cm}^2$</div>
--	---

УЗЕЛ SC-7	DETAIL SC-7
Болты класса прочности 8.8 - M20 B. ГОСТ 7798	Bolt of accuracy class 8.8 - M20 B. GOST 7798
<div>Эл-ты: Колонна - 40Ш1 Балка - 35Ш1 Нагрузки и момент на узел A =105кН 10710,0 кгс - Осевая сила S_y =140кН 14280,0 кгс - Усилие попер-го сдвига</div>	<div>Elements: Column - 40W1 Beam - 35W1 Connection force and moment A =105кН 10710,0 kgf - Axial S_y =140кН 14280,0 kgf - Shear vertical</div>
<div></div>	<div></div>
<div>I. Расчет болтового соединения Усилия воспринимаемое одним болтом 1. Расчет на срез $N_{sh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{sh} = 14280 / (1 \cdot 6) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$ $N_{sh} = 2380 \text{ кгс} \leq 9043 \text{ кгс}$ где: R_{bs} - 3 200 кгс/см², - расч.сопр.болтовых соедин.на срез Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы n_b - 1 - число расч. срезов 1 болта 2. Расчет на смятие $N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 29070 / (1 \cdot 6) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,00$ $N_{col} = 2380 \text{ кгс} \leq 26136 \text{ кгс}$ где: R_{bp} - 6 600 кгс/см², - расч.сопр.болт-х соедин.на смятие d - 2,00 см, - диаметр болта расчетная Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы Y_b - 0,90 - коэффициент условий работы $\sum t$ - 2,20 см, - наименьшая суммарная толщ. эл-ов, сним-х в одном направ,сумма толщ.стенки проф. и примыкающей торцевой пластины</div>	<div>I. Bolted connection calculation The force taken by 1 bolt 1. Shear analysis $N_{sh} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bs} \cdot Y_b \cdot A_b \cdot n_b$ $N_{sh} = 14280 / (1 \cdot 6) \leq 3200 \cdot 0,90 \cdot 3,14 \cdot 1$ $N_{sh} = 2380 \text{ kgf} \leq 9043 \text{ kgf}$ where: R_{bs} - 3 200 kgf/cm², - desing allowable shear stress Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions n_b - 1 - number of desing bolt shears for 1 bolt 2. Collapse calculation $N_{col} = S_y / (Y_c \cdot n) \leq R_{bp} \cdot Y_b \cdot d \cdot \sum t$ $N_{col} = 14280 / (1 \cdot 6) \leq 6600 \cdot 0,90 \cdot 2,00 \cdot 2,20$ $N_{col} = 2380 \text{ kgf} \leq 26136 \text{ kgf}$ where: R_{bp} - 6 600 kgf/cm², - desing allowable bearing d - 2,00 cm, - diameter bolt Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions Y_b - 0,90 - coefficient of working conditions $\sum t$ - 2,20 cm, - min.total thickness of members mashed in the line of the force action</div>
<div>II. Расчет фланца 1. Расчет толщины фланца примыкающей балки $\delta_f \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot S_y \cdot b / (2 \cdot l_f \cdot R_f)}$ $1,2 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 14280 \cdot (120 / 1000) / ((265 / 1000) \cdot 3200)}$ $1,2 \text{ см} \geq 0,87 \text{ см}$ где: R_f - 3 200 кгс/см², - расчетное сопр. стали фланца δ_f - 12 мм, - принимаемая толщина пластины</div>	<div>II. Flange calculation 1. Calculation flange thickness adherent beams $\delta_f \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot N_f \cdot b / (2 \cdot l_f \cdot R_f)}$ $1,2 \geq 1/2 \sqrt{3 \cdot 14280 \cdot (120 / 1000) / ((265 / 1000) \cdot 3200)}$ $1,2 \text{ cm} \geq 0,87 \text{ cm}$ where: R_f - 3 200 kgf/cm², - desing resistance steel of flange δ_f - 12 mm, - assumed plate thickness</div>
<div>III. Расчет сварных швов 1. Поперечный шов: напряже-е на срез по металлу шва $\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1469 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1469 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_{wt} = S_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 14280 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 180 / 10) = 1469 \text{ кгс/см}^2$ где: R_{wt} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой) Y_{wt} - 0,85 - коэффициент условий работы шва Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы β_f - 0,90 - значение коэффициента при катете шва 2. Поперечный шов: напряжение на срез по металлу границы плавления $\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $1259 \text{ кгс/см}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1259 \text{ кгс/см}^2 \leq 1700 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_{wz} = S_y / (\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wg})$ $\delta_{wz} = 14280 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 180 / 10) = 1259 \text{ кгс/см}^2$ $R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ кгс/см}^2$ где: R_{wz} - 2 200 кгс/см², - расч.сопр.металла швов (угловой) Y_{wz} - 0,85 - коэффициент условий работы шва Y_c - 1,00 - коэффициент условий работы β_z - 1,05 - значение коэффициента при катете шва, 3. Верт-ый шов: напряже-е на срез по металлу шва $\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1037 \text{ кгс/см}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1037 \text{ кгс/см}^2 \leq 1870 \text{ кгс/см}^2$ $\delta_{wt} = S_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 14280 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 255 / 10) = 1037 \text{ кгс/см}^2$</div>	<div>III. Weld calculation 1. Transverse weld: shear tension by weld metal $\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1469 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1469 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{wt} = S_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 14280 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 180 / 10) = 1469 \text{ kgf/cm}^2$ where: R_{wt} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wt} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_f - 0,90 - coefficient value at weld leg 2. Transverse weld: shear tension by frame melting metal $\delta_{wz} \leq R_{wz} \cdot Y_{wz} \cdot Y_c$ $1259 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2000 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1259 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1700 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{wz} = S_y / (\beta_z \cdot k_f \cdot l_{wg})$ $\delta_{wz} = 14280 / (1,05 \cdot 6 / 10 \cdot 180 / 10) = 1259 \text{ kgf/cm}^2$ $R_{wz} = R_{wt} / 1,1 = 2200 / 1,1 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$ where: R_{wz} - 2 200 kgf/cm², - design resistance weld metal(angular) Y_{wz} - 0,85 - coefficient of working conditions of weld Y_c - 1,00 - coefficient of working conditions β_z - 1,05 - coefficient value at weld leg 3. Vertical weld: shear tension by weld metal $\delta_{wt} \leq R_{wt} \cdot Y_{wt} \cdot Y_c$ $1037 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2200 \cdot 0,85 \cdot 1$ $1037 \text{ kgf/cm}^2 \leq 1870 \text{ kgf/cm}^2$ $\delta_{wt} = S_y / (\beta_f \cdot k_f \cdot l_{wg})$ $\delta_{wt} = 14280 / (0,90 \cdot 6 / 10 \cdot 255 / 10) = 1037 \text{ kgf/cm}^2$</div>