

Жолдошов Белекбек Муратович - д.т.н., профессор,
Шералиева Салия Токтогуловна – магистрант,
Ошский технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛОНН

Рассчитаны и конструированы оголовка и база колонны. Определена длина колонны и усилие в колонне. Обеспечена местная устойчивость пояса.

Ключевые слова: колонна, база, прочность, устойчивость, сечение.

Жолдошов Белекбек Муратович - д.т.н., профессор,
Шералиева Салия Токтогуловна – магистрант,
Ош технологиялык университети

МЕТАЛЛ ТИРӨӨЧТӨРҮҮНҮН БЕКЕМДҮҮЛҮГҮН ЖАНА ТУРАКТУУЛУГҮН ИЗИЛДӨӨ

Тирөөчтөрдүн негизи жана түбү эсептелген жана конструкцияланган. Тирөөчтөрдүн узундугу жана тирөөчтөтөгү күч аныкталган. Курчоонун жергиликтүү турактуулугу камсыздандырылган.

Ачкыч сөздөр: тирөөч, түп, бекемдүүлүк, турактуулук, кесилиши.

Zholdoshov Belekbek Muratovich - Doctor of technical sciences, professor,
Sheralieva Saliya Toktogulovna - Graduate student,
Osh technological university

RESEARCHING THE STRENGTH AND STABILITY OF METAL COLUMNS

This article analyses the strength and stability of metal columns. The head and base columns are Designed and constructed. The length of the column and the force in the column are determined. The local belt of stability was provided

Key words: column, base, strength, stability, section.

Под оптимальным проектированием эффективности металлических конструкций понимается назначение характеристик конструкции, при которых она по какому-то определенному показателю будет наилучшей из всех конструкций такого же класса. Показатель качества конструкции, к которому стремятся, называется параметрами проектирования. В качестве критериев оптимальности строительных металлических конструкций обычно принимается минимум затрат металла или стоимости изготовления, возведения и эксплуатации конструкций [1,2].

1. Расчет и конструирования колонны. Сечение колонны принимаем сплошным в виде сварного двутавра. Концы колонны принимаем шарнирно – закрепленными. Отметка верха колонны за вычетом толщины настила, высоты балок (настила и главной с учетом выступающей части опорного ребра) составляет: $7.5-0,01-0,33-1,5=5.66\text{м}$.

Расчетная длина колонны ($\mu=1$): $l_0=\mu \cdot l=1 \cdot (5.66+0,6)=6.26\text{м}$.

Усилие в колонне: $N=2 \cdot 1,01 \cdot 1288=2601.8\text{ кН}$;

Материал: сталь С255, лист $t=4-20\text{мм}$,

$R_y=24\text{ кН/см}^2$;

Задаемся $\lambda=70$:

$$\text{тогда: } \bar{\lambda} = 70 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 2,37;$$

$$\varphi=0,754$$

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R} = \frac{2601,8}{0,754 \cdot 24} = 143,8 \text{ см}^2;$$

$$i_{y,mp} = \frac{l_0}{\lambda} = \frac{626}{70} = 8,9;$$

$$b_{n,mp} = \frac{i_{y,mp}}{\alpha_y} = \frac{8,9}{0,24} = 37,1 \text{ см}; \quad (\alpha_y=0,24 \text{ табл.2 прил.1})$$

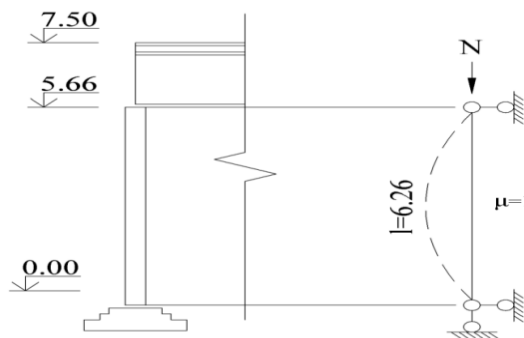


Рис. 1. Расчетная длина колонны

$h_{ст}$ - назначаем конструктивно $h_{ст}=380$ мм.

$t_{ст}$ - назначаем из условия её местной устойчивости:

$$\frac{h_{ст}}{t_{ст}} \leq (0,36 + 0,8 \cdot \bar{\lambda}) \cdot \sqrt{\frac{E}{R}};$$

$$\frac{h_{cm}}{t_{cm}} \leq (0,36 + 0,8 \cdot 2,37) \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{24}} = 66,7; \quad t_{cm} \leq \frac{66,7}{380} = 0,18 \text{ см};$$

принимаем $t_{ст}=8$ мм, при этом: $\frac{h_{cm}}{t_{cm}} = \frac{380}{8} = 47,5 < 66,7$;

Требуемая площадь поясов: $A_{п,тр} = (128,1 - 38 \cdot 0,8) / 2 = 48,85 \text{ см}^2$;

Принимаем пояса 360×14 , при этом $A_{п} = 36 \cdot 1,4 = 50,4 \text{ см}^2$ и обеспечена местная устойчивость пояса по формуле:

$$\frac{b_{св}}{t_n} \leq (0,36 + 0,1 \cdot \bar{\lambda}) \cdot \sqrt{\frac{E}{R}}; \quad b_{св} = (36 - 0,8) / 2 = 17,6;$$

$$\frac{b_{св}}{t_n} = \frac{17,6}{1,4} = 12,6 \leq (0,36 + 0,1 \cdot 2,37) \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{24}} = 17,7;$$

Геометрические характеристики сечения:

$$A = 2 \cdot 50,4 + 38 \cdot 0,8 = 131,2 \text{ см}^2;$$

$$I_x = 2 \cdot \frac{1,4 \cdot 36^3}{12} = 10886,4 \text{ см}^4; \quad i_y = \sqrt{\frac{10886,4}{131,2}} = 9,1 \text{ см}, \text{ так как:}$$

$i_x \cong 0,4 \cdot h_{ст} = 0,4 \cdot 38 = 15,2 > i_y = 9,1$, то проверку устойчивости ведем относительно оси у-у:

$$\lambda_y = \frac{677}{9,11} = 74,3; \text{ отсюда по табл.16: } \varphi_y = 0,754$$

Проверка устойчивости:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R; \quad \sigma = \frac{2318,6}{0,754 \cdot 131,2} = 23,4 \leq R = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2};$$

$$\Delta = \frac{24 - 23,4}{24} \cdot 100\% = 2,5\% < 5\% .$$

2. Конструкция и расчет оголовки колонны. Принимаем плиту оголовка колонны толщиной $t_{пл} = 25$ мм, и размерами 450x360 мм. Давление главных балок передается колонне через ребро, приваренное к стенке колонны четырьмя угловыми швами. Сварка полуавтоматическая в углекислом газе проволокой Св-08Г2С: $R_{yш}^{CB} = 21,5$ кН/см², $\beta_{ш} = 0,7$ и $\beta_c = 1,0$ [3]. Принимаем ширину ребер 170 мм, что обеспечивает необходимую длину участка смятия $b_{см} = b_{он.р} + 2 \cdot t_{пл} = 260 + 2 \cdot 25 = 310$ мм;

$$\text{Толщину ребер находим из условия смятия: } t_p \geq \frac{N}{b_{см} \cdot R} = \frac{2 \cdot 1288}{31 \cdot 36} = 2,9 \text{ см} = 29 \text{ мм};$$

Принимаем $t_p = 30$ мм;

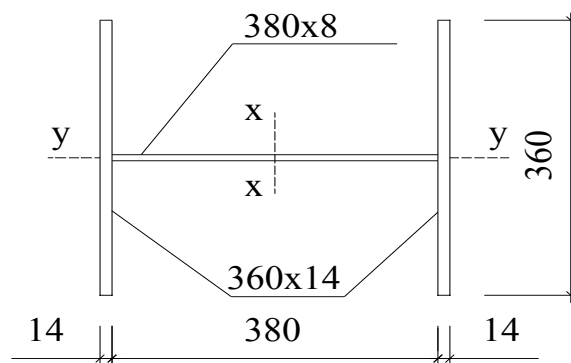
Длину ребра l_p находим из расчета на срез швов Д его прикрепления.

Примем $K_{ш} = 9$ мм. Тогда;

$$l_{ш} = \frac{2 \cdot F_{он}}{4 \cdot \beta_{ш} \cdot K_{ш} \cdot R_{yш}^{CB}} = \frac{2 \cdot 1288}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 21,5} = 47,5 \text{ см}$$

Принимаем $l_p = 48$ см, при этом условие $l_{ш} \leq 85\beta_{ш} \cdot K_{ш} = 53,6$ см выполнено. Шов Е принимаем таким же, как и шов Д. Проверяем стенку на срез вдоль ребра:

Рис.2 Местная



$$\tau = \frac{2 \cdot F_{он}}{2 \cdot l_p \cdot t_{см}} = \frac{1288}{48 \cdot 0,8} = 33,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} > R_{cp} = 0,58 \cdot 24 = 13,92 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2};$$

Необходимо устройство вставки в верхней части стенки. Принимаем её толщину 25 мм, а длину $l_{вст} = l_p + 140 \text{ мм} = 520 + 140 = 660 \text{ мм}$.

$$\tau = \frac{1288}{2,5 \cdot 48} = 10,7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{cp} = 13,92 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2};$$

Принимаем конструктивно минимально – допустимый катет шва $K_{ш}=7\text{мм}$.
Стенку колонны у конца ребра укрепляем поперечными ребрами, сечение которых принимаем $100 \times 8\text{мм}$.

3. Конструкция и расчет базы колонны. Определяем требуемую площадь плиты из условия смятия бетона: $A_{пл,тр} = \frac{N}{R_{см.б}}$, где $R_{см.б} = \gamma \cdot R_{пр}$. Значение коэффициента γ

зависит от отношения площадей фундамента и плиты (принимаем $\gamma=1,2$). Для бетона класса В12,5: $R_{пр} = 0,75 \text{ кН/см}^2$ – расчетное сопротивление бетона на смятие[4].

$$R_{см.б} = 1,2 \cdot 0,75 = 0,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}; \quad A_{пл,тр} = \frac{2318,6}{0,9} = 2576,2 \text{ см}^2;$$

Принимаем плиту размером $560 \times 500 \text{ мм}$. Тогда $A_{пл} = 56 \cdot 50 = 2800 \text{ см}^2$;

$$\sigma_{\phi} = \frac{2318,6}{2800} = 0,83 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_{см.б} = 0,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2};$$

Находим изгибающие моменты на единицу длинны $d=1\text{см}$ на разных участках плиты.

Участок 1: (балочная плита, так как отношение сторон $380/176=2,16 > 2$;

$$M = \frac{\sigma_{\phi} \cdot a^2}{8} = \frac{0,83 \cdot 1 \cdot 17,6^2}{8} = 32,14 \text{ кНсм/см};$$

Участок 2: (консольный): $M = \frac{\sigma_{\phi} \cdot c^2}{2} = \frac{0,83 \cdot 1 \cdot 6^2}{2} = 14,94 \text{ кНсм/см};$

Участок 3: (так же консольный так как, отношение сторон $360/76= 4,74 > 2$; На этом участке размещаются анкерные болты. $M = \frac{0,83 \cdot 7,6^2}{2} = 23,97 \text{ кНсм/см};$

Толщины плиты подбираем по наибольшему моменту из условия: $\frac{M_{\max}}{W_{пл}} \leq R; R -$

для стали С255и при $t=21 \div 40 \text{ мм}$, $R_y = 23 \text{ кН/см}^2$ [5].

$$W_{пл} = \frac{1_{см} \cdot t_{пл}^2}{6}, \text{ тогда } t_{пл} \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{1 \cdot R}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 32,14}{23}} = 2,9 \text{ см} = 29 \text{ мм};$$

Принимаем $t_{пл}=30\text{мм}$;

Прикрепление траверсы к колонне выполняем полуавтоматической сваркой в углекислом газе сварочной проволокой Св-08Г2С. Соответствующие характеристики: $R_{уш}^{св}=21,5 \text{ кН/см}^2$, $R_{ус}^{св}=16,65 \text{ кН/см}^2$, $\beta_{ш}=0,7$ и $\beta_c=1,0$. Расчет достаточно выполнить по металлу шва, так как, $\beta_{ш} \cdot \sqrt{R_{уш}^{св}} < \beta_c \cdot \sqrt{R_{ус}^{св}}$: ($3,2 < 4,08$). Учитывая условие $l_{ш} \leq 85 \cdot \beta_{ш} \cdot K_{ш}$, находим требуемую величину катета шва $K_{ш}$ из условия:

$$K_{ш} \geq \frac{1}{\beta_{ш}} \cdot \sqrt{\frac{N}{4 \cdot 85 \cdot R_{уш}^{св}}} = \frac{1}{0,7} \cdot \sqrt{\frac{2318,6}{4 \cdot 85 \cdot 21,5}} = 0,56 = 5,6 \text{ мм};$$

Принимаем $K_{ш}=6\text{мм}$. При этом требуемая длина шва $l_{ш} = 85 \cdot 0,7 \cdot 6 = 357\text{мм}$, поэтому высоту траверс принимаем равной 360 мм .

Крепление траверсы $K_{ш}=8 \text{ мм}$ принимаем конструктивно.

Основные выводы при проектировании металлических конструкций следует:

- выбирать оптимальные в технико-экономическом отношении схемы сооружений и сечения элементов;
- применять экономичные профили проката и эффективные стали;
- предусматривать технологичность изготовления и монтажа конструкций.

Литература:

1. **Кудишин, Ю.И.** «Металлические конструкции» Учебник для студентов высших учебных заведений [Текст] / Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др. / под ред. Ю.И. Кудишина // – 11 изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 682 с.
2. **Беленя, Е.И.** «Металлические конструкции» [Текст] / Под ред. Учебник для вузов/. – 6-е изд., М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.
3. **Горева, В.В.** «Металлические конструкции в 3 т., т.1. Элементы стальных конструкций» [Текст] / Под ред. Методическое указание для строит. вузов:– М.: Высш. шк., 2007. – 527 с.
4. **Горева, В.В.** Металлические конструкции в 3 т., т.3. Специальные конструкции и сооружения: [Текст] / Методическое указание для строит. вузов / Под ред. В.В. Горев и др.//:– М.: Высш. шк., 1999. - 544 с.
5. СНиП П-23-81* «Стальные конструкции. Нормы проектирования [Текст] / Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990.-96 с.