

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

**ПРОЄКТУВАННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ
БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН**

Методичні вказівки та завдання

до виконання курсової роботи

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування»,
131 «Прикладна механіка» та 015 «Професійна освіта»

Київ 2024

УДК 621.878/.879.001.63

П79

Укладачі: В. О. Волянюк, канд. техн. наук, доцент
Є. В. Горбатюк, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О.О. Терентьєв, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри будівельних машин,
протокол № 8 від 21 березня 2024 року*

В авторській редакції.

Проектування металоконструкцій будівельних машин: методичні
П79 вказівки до виконання курсової роботи / уклад.: В.О.Волянюк,
Є.В. Горбатюк. – Київ : КНУБА, 2024. – 96 с.

Наведено теми і варіанти завдань з вихідними даними для розрахунків та конструювання металевих конструкцій будівельних машин, викладені вимоги і пояснення до окремих частин курсової роботи, містять приклади розрахунків, а також список рекомендованої літератури.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 131 «Прикладна механіка» та 015 «Професійна освіта».

© КНУБА, 2024

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
1. Розрахунок і конструювання стріли баштового крану	5
1.1. Креслення загального виду стріли крана	5
1.2. Обчислення навантажень.....	5
1.3. Визначення найбільших зусиль у стержнях стріли	13
1.4. Обчислення найбільших зусиль в стержнях.....	21
2. Добір площ перерізів стержнів і перевірка напружень	25
3. Конструювання стріли і розрахунок її вузлів.....	28
4. Приклад розрахунку і проектування вузла стріли баштового крана	35
Контрольні питання до розділу	52
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	54
Додатки.....	56
1. Зразок титульного аркуша пояснювальної записки	56
2. Вихідні дані для розрахунку і проектування стріли баштового крана.....	57
3. ДСТУ 2651:2005. Сталь вуглецева звичайної якості. Марки	64
4. ДСТУ 8540:2015. Прокат сталевий гарячекатаний. Сортамент	65
5. ДСТУ 7809:2015. Прокат сортовий, калібрований. Загальні технічні умови.....	67
6. ДСТУ 3496-96. Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент	70
7. ДСТУ 8768:2018. Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент.....	73
8. ДСТУ 8769:2018. Кутики сталеві гарячекатані нерівнополичні. Сортамент.....	76
9. ДСТУ 2251:2018. Кутики сталеві гарячекатані рівнополичні. Сортамент .	80
10. Сортамент ОТUA. Труба кругла.....	84
11. Сортамент ОТUA. Труба квадратна.....	90
12. ISO 9292-1:2013(E) Зварні шви кутові та таврові. Технічні умови.....	93

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Виконання курсової роботи має мету закріпити знання, здобуті студентами під час вивчення теоретичного курсу дисципліни “Проектування металоконструкцій будівельних машин” і набути практичні навички в розрахунках і конструюванні металоконструкцій будівельних і дорожніх машин.

Завдання студентам денної форми навчання видається викладачем, а студент заочної форми навчання вибирає відповідно до шифру (номера залікової книжки), при цьому остання цифра визначає номер теми, а передостання – номер варіанта завдання.

Зміст курсової роботи – розрахунок і проектування стріли та вузла баштового крана. Робота оформлюється у вигляді пояснювальної записки обсягом 35...40 сторінок і має бути написана розбірливо чорнилом на одному боці аркуша формату А4 (210×297 мм). Всі розрахунки слід ілюструвати ескізами і схемами, виконаними в масштабі. Пояснення до розрахунків мають бути досить докладними і зрозумілими.

При використанні формул і таблиць, відсутніх у даних вказівках, треба посилатися на відповідні літературні джерела. Всі величини, що входять до формул, потребують розшифрування.

Пояснювальна записка повинна мати титульний аркуш встановленої форми (дод. 1). Всі її аркуші нумерують і акуратно брошурують.

Склад пояснювальної записки:

- 1) зміст пояснювальної записки з приведенням назв розділів (підрозділів) та номерів сторінок їх початку;
- 2) вихідні дані із зазначенням теми та варіанта;
- 3) розрахунок навантажень, що діють на стрілу крана, визначення зусиль в її стержнях, підбір перерізів, розрахунок і конструювання вузла стріли крана;
- 4) список використаної літератури.

Оформлену курсову роботу захищають перед комісією та оцінюють з урахуванням правильності розрахунків і конструктивних рішень, змістовності пояснень до них, якості оформлення роботи і її захисту.

1. РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ СТІЛИ БАШТОВОГО КРАНА

Курсова робота виконується у такому порядку:

1. Здійснення креслення загального вигляду стріли крана.
2. Обчислення навантажень.
3. Визначення найбільших зусиль в елементах стріли, що примикають до заданого вузла.
4. Підбір площ перерізів визначених стержнів і перевірка напружень.
5. Конструювання і розрахунок заданого вузла стріли.

Вузол стріли, що підлягає розрахунку і проектуванню, позначений на боковій проекції стріли кружечком (див. дод. 2). Даний вузол є в розглядуваній стрілі одним з найбільш навантажених.

1.1. Креслення загального вигляду стріли крана

Загальний вигляд стріли крана та її підвіски креслять на окремому аркуші пояснювальної записки разом з номерами теми і варіанта в масштабі 1:100, 1:200, 1:250 або 1:400. Виконане креслення полегшує визначення параметрів, що вказані в завданні і впливають на зусилля в стержнях стріли (розміри стріли, виліт гака, кут нахилу верхньої гілки вантажного канату, тощо).

1.2. Обчислення навантажень

Обчислення навантажень, як міцнісні розрахунки стріли, виконують стосовно методу розрахунку за граничними станами. Згідно з цим методом, до початку розрахунку номінальну власну вагу стріли G_c , пересувного візка $G_{віз}$ і гакової обойми $G_{г.о}$ слід помножити на коефіцієнт перевантаження $n_G = 1,1$, а вагу вантажу Q – на коефіцієнт перевантаження $n_Q = 1,25$.

На стрілу крана діють зовнішні навантаження, які сприймаються різними елементами стріли по-різному.

Поздовжнє навантаження N діє тільки на пояси, і сприймається тільки тими поясами, на які воно діє (рис. 1.2, 1.3). Наприклад, при дії сили N , яка стискає стержні (рис. 1.1), кожен пояс сприймає:

$$N' = \frac{N}{4}. \quad (1.1)$$

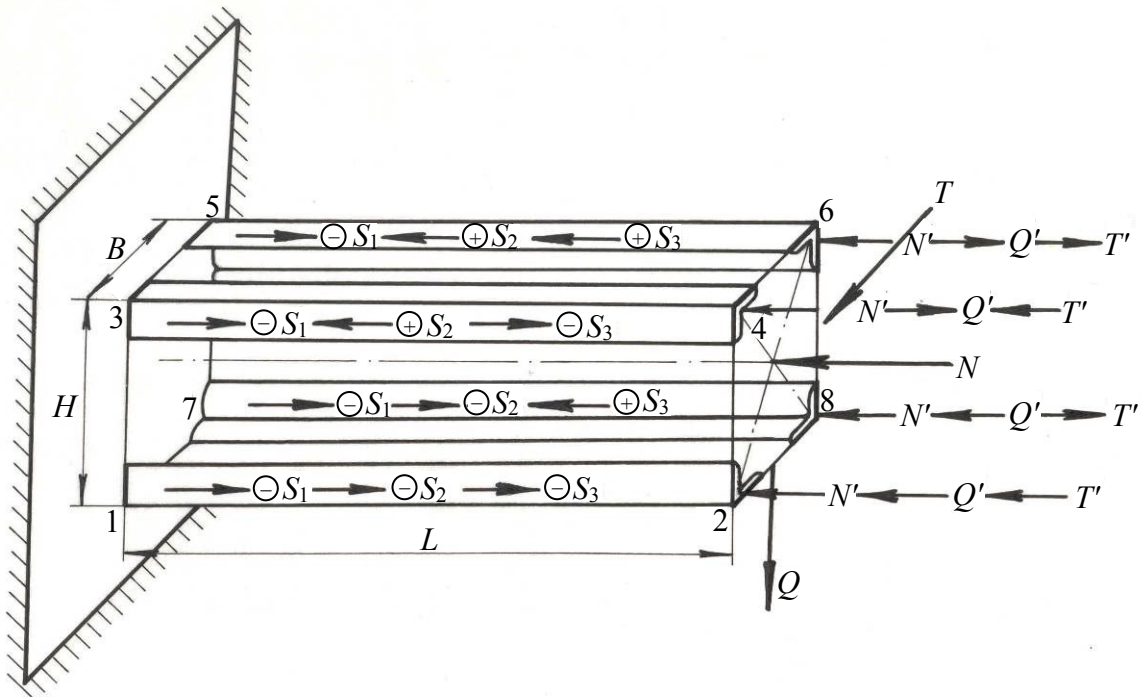


Рис. 1.1. Схема сил і зусиль, які діють на стрілу чотиригранного перерізу з паралельними поясами

При дії цього навантаження у кожному поясі виникає зусилля $S_1 = N'$, яке стискає пояс.

Вертикальні навантаження Q та горизонтальні T утворюють згинальні моменти:

$$M^B = Q \cdot L; \quad (1.2)$$

$$M^T = T \cdot L,$$

де L – відстань від точки кріплення пояса стріли до ліній дії зусиль.

Сила Q сприймається двома фермами, які розташовані у вертикальній площині. Сила Q' , яка діє на кожен пояс, дорівнює:

$$Q' = \frac{M^B}{2H}, \quad (1.3)$$

де H – висота стріли.

Сили Q' стискають нижні пояси стріли 1-2 та 7-8, розтягують верхні

пояси 3-4 та 5-6 і утворюють в них зусилля S_2 (рис. 1.1). Сила T сприймається фермами (або фермою), які розташовані у горизонтальній площині. Сила T' , яка діє на кожен пояс, дорівнює:

$$T' = \frac{M^r}{2B}, \quad (1.4)$$

де B – ширина стріли.

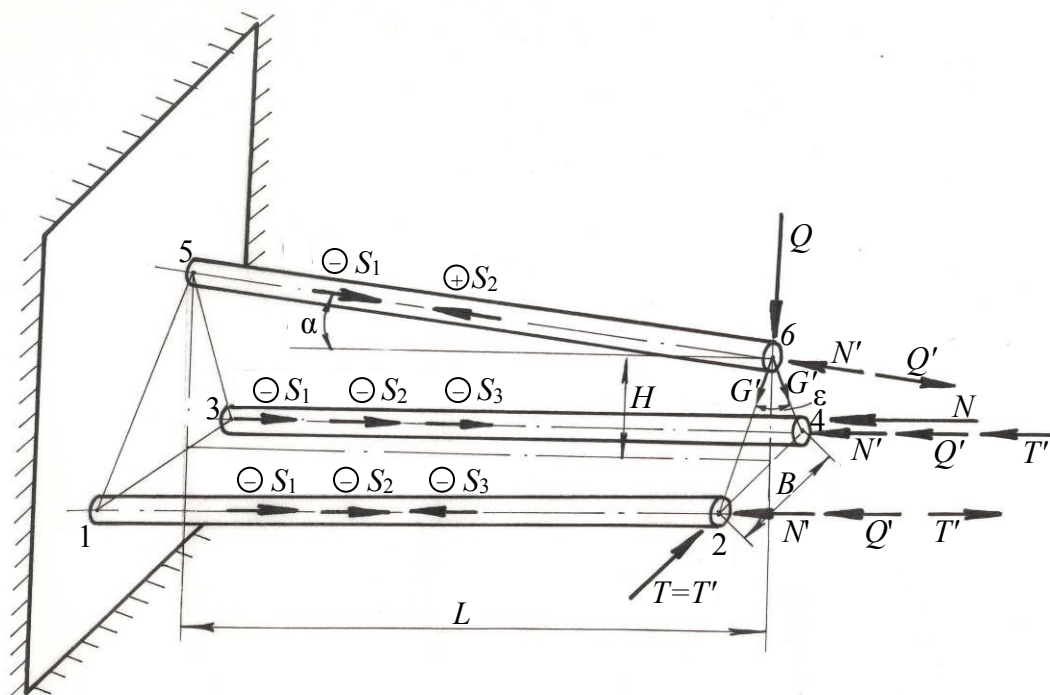


Рис. 1.2. Схема сил і зусиль, які діють на стрілу трикутного перерізу з непаралельними поясами

Сили T' стискають пояси 1-2 та 3-4, розтягують верхні пояси 5-6 та 7-8 і утворюють в них зусилля S_3 . Таким чином, як це видно з рис. 1.1, найбільш навантаженим стискувальним зусиллям є пояс 1-2, а розтягувальним зусиллям – пояс 5-6.

1.2.1. Поздовжні навантаження. До цих навантажень цілком або переважною частиною належать навантаження, зумовлені натягом каната. Поздовжні навантаження зумовлюють додаткові зусилля в поясах стріли, але не впливають на зусилля в елементах решітки.

Зусилля N_1 у нижній (веденій) вітці вантажного каната і N_2 в верхній (ведучій) вітці передаються на стрілу через обвідні блоки оголовка

(рис. 1.3). У загальному випадку зусилля N_1 визначають за формулою:

$$N_1 = \frac{Q + G_{г.о}}{i\eta_{п}}, \quad (1.5)$$

де i – кратність вантажного поліспасти; $\eta_{п}$ – коефіцієнт корисної дії (ККД) вантажного поліспасти.

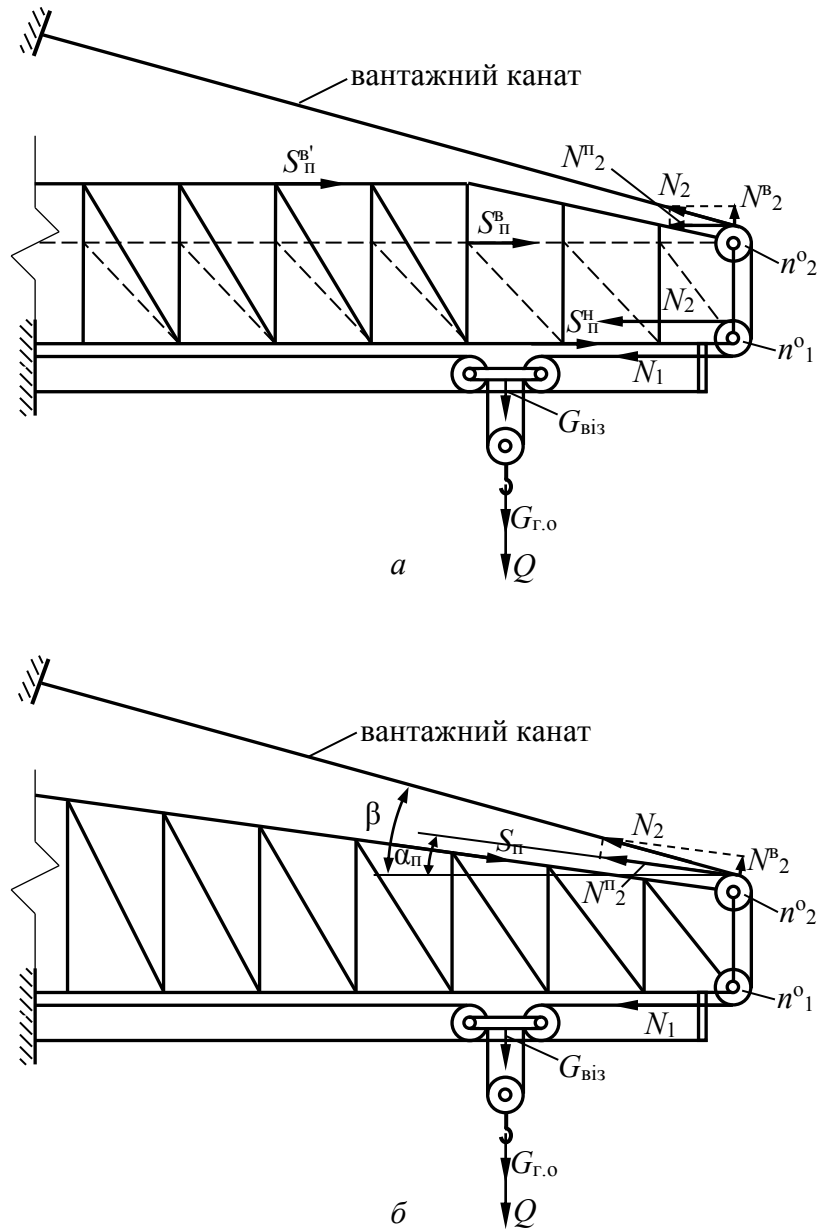


Рис. 1.3. Схеми до визначення навантажень на пояси стріли від зусиль у вантажному канаті для крана з пересувним візком: *a* – стріла з паралельними поясами; *б* – стріла з непаралельними поясами

Коефіцієнт корисної дії поліспасти визначається за формулою:

$$\eta_{\Pi} = \frac{\eta + \eta^2 + \dots + \eta^i}{i}, \quad (1.6)$$

де η – ККД одного блока, який дорівнює приблизно 0,98.

Зусилля N_2 у верхній (ведучій) гілці вантажного канату визначається за формулою, кН:

$$N_2 = \frac{N_1}{\eta n^0}, \quad (1.7)$$

де n^0 – кількість обвідних блоків на оголовку стріли.

Ведена гілка вантажного каната лежить у площині нижньої горизонтальної ферми стріли (теми 0...2 і 4...5) або проходить поблизу одиночного нижнього пояса (тема 3). Ведуча гілка може бути розташована похило і спрямована до верхньої точки головки башти (теми 1, 2, 4, і 5). У цих випадках зусилля N_2 , що діє в ведучій вітці, розкладається на поздовжню N_2^{Π} і вертикальну N_2^B складові згідно з формулами:

$$N_2^{\Pi} = N_2 \frac{\cos \beta}{\cos \alpha_{\Pi}}, \quad (1.8)$$

$$N_2^B = N_2 \frac{\sin(\beta - \alpha_{\Pi})}{\cos \alpha_{\Pi}}, \quad (1.9)$$

де β , α_{Π} – кути, утворені горизонтальною площиною з напрямом зусилля N_2^{Π} і з боковою проекцією поясів, що сприймають це зусилля (див. рис. 1.3). В темах 1, 2, 4 і 5 такими поясами є нижні пояси стріли.

Якщо ведуча гілка верхнього каната на схемі крана не зображена, слід вважати, що ця гілка знаходиться в площині нижньої ферми стріли поруч з веденою віткою (теми 0 і 3). В цьому випадку $N_2^{\Pi} = N_2$ і $N_2^B = 0$.

1.2.2. Вертикальні навантаження. На стрілу баштового крана діють такі вертикальні навантаження.

Власна вага стріли, яка умовно розглядається як рівномірно розподілене по довжині стріли L_c навантаження з інтенсивністю q_c :

$$q_c = \frac{G_c}{L_c}, \quad (1.10)$$

де G_c – повна сила ваги стріли, кН.

Вертикальні зосереджені навантаження, що передаються на стрілу через вантажний візок: сила ваги вантажу Q , сила ваги візка $G_{\text{Віз}}$ і сила ваги гакової обойми $G_{\text{Г.о}}$. Суму цих навантажень умовно розглядають як одну вертикальну силу, прикладену посередині візка.

Вертикальна складова N_2^B зусилля N_2 у ведучій гілці вантажного каната визначається за формулою (1.9). Сила N_2^B вважається прикладеною в крайній точці оголовка стріли. В темах 1 і 3 – $N_2^B = 0$.

Схема розташування прикладених до стріл вертикальних навантажень з паралельними та непаралельними нижніми і верхніми поясами зображена на рис. 1.4.

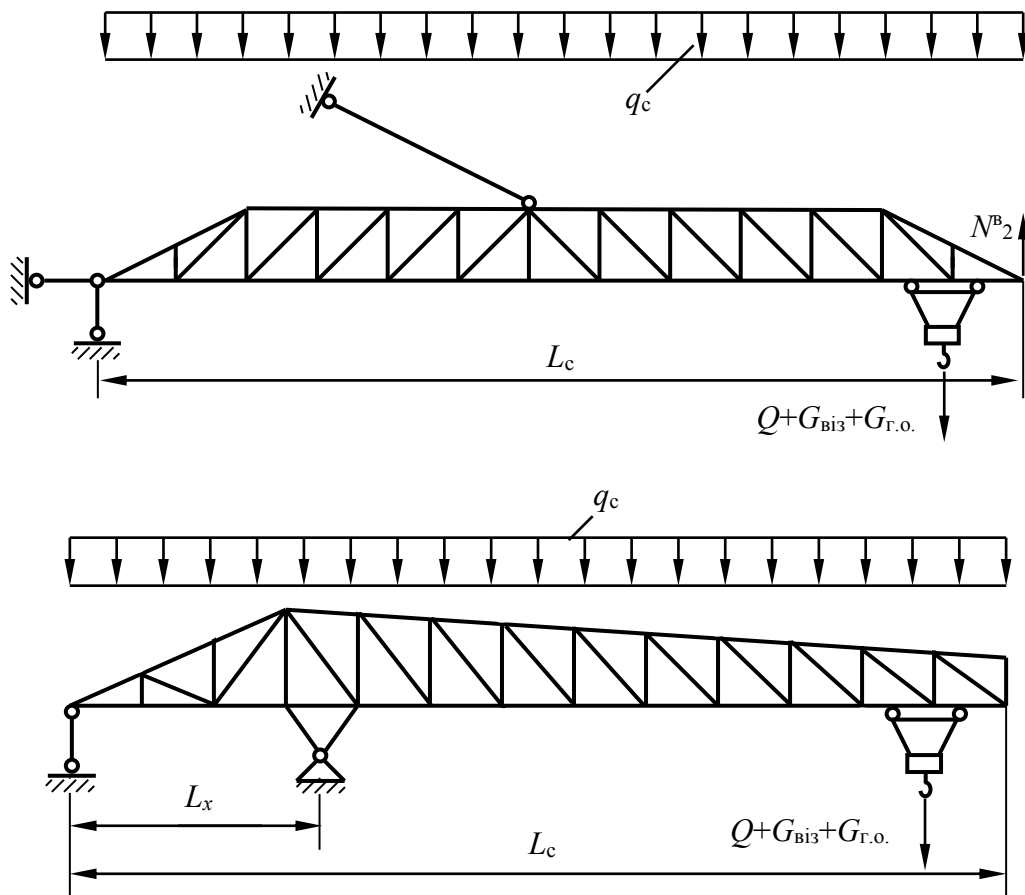


Рис. 1.4. Схеми розташування вертикальних навантажень на стріли

1.2.3. Бокові (горизонтальні) навантаження. Бокові навантаження, перпендикулярні до вертикальної площини симетрії стріли, виникають внаслідок вітрового тиску й інерції стріли з вантажем під час розгону або гальмування при повороті крана.

Вітрові навантаження обчислюють на основі нормативного тиску

вітру, p_B , що визначається згідно з ДСТУ ISO 4302:2017 [7].

При наближених розрахунках можна вважати, що величина p_B дорівнює 250 Н/м^2 . Коефіцієнт перевантаження для вітрових навантажень дорівнює одиниці. Повні вітрові навантаження на стрілу W_C і на вантаж W_B визначають за формулою, кН:

$$W_{C,B} = p_B \cdot A_{HC(B)}, \quad (1.11)$$

де $A_{HC(B)}$ – розрахункова навітряна площа стріли або вантажу, м^2 .

При обчисленні повного вітрового навантаження на стрілу:

$$A_H = A_K \cdot k_C, \quad (1.12)$$

де A_K – площа контуру бокової проекції стріли, м^2 ; k_C – коефіцієнт суцільності (коефіцієнт заповнення), $k_C = 0,5 \dots 0,7$.

Розрахункову навітряну площу вантажу вибирають з табл. 1.1 залежно від вантажопідйомності крана.

Таблиця 1.1

Навітряна площа A_{HB} вантажу вагою Q

Q , кН	10	20	32	50	100	200	320	630	1000
A_{HB} , м^2	2,8	4	5,6	7,1	10	16	20	28	36

Навантаження W_B розглядається як зосереджена сила, прикладена в центрі ваги вантажу. Вітрове навантаження на стрілу крана вважається рівномірно розподіленим по довжині стріли з інтенсивністю, кН/м:

$$w = \frac{W_C}{L_C}, \quad (1.13)$$

де W_C – повне вітрове навантаження на стрілу, що визначається за формулою 1.11.

Інерційні навантаження, які виникають під час розгону та гальмування стріли баштового крана при її повороті, визначаються у припущенні сталого в часі прискорення. Сили інерції, що діють на вантаж T_Q , вантажний візок $T_{Віз}$ і гакову обойму $T_{Г.О}$, розглядаються як зосереджені й обчислюються за формулою, кН:

$$T = \frac{G}{g} \cdot \frac{v}{t}, \quad (1.14)$$

де G – вага розглядуваного елемента ($Q, G_{\text{Г.о.}}, G_{\text{Віз}}$); g – прискорення вільного падіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; v – найбільша швидкість (наприкінці розгону або на початку гальмування) для центра ваги розглядуваного елемента, що визначається на основі співвідношення, м/с:

$$v = \frac{\pi R n_{\text{п}}}{30}, \quad (1.15)$$

де R – відстань від осі обертання крана до центра ваги елемента, м; $n_{\text{п}}$ – частота обертання поворотної частини крана, хв^{-1} ; t – тривалість розгону або гальмування, с.

Для обчислення зазначених сил інерції слід спочатку встановити відстань R при найбільш невикладному положенні вантажу. Для стріли відстань R визначається, м:

$$R = L_c + a,$$

де a – відстань від осі кріплення стріли на башті до осі повертання крана, м;

для вантажу, вантажного візка і гакової обойми, м:

$$R = L_c + a - b,$$

де b – відстань від оголовка стріли до осі гакової обойми при її максимальному вильоті.

Інерційне навантаження для стріли крана фактично є розподіленим зі змінною інтенсивністю, що пропорційне відстані від розглядуваного перерізу до осі обертання поворотної частини крана. Проте, зважаючи на порівняно мале це навантаження, для спрощення розрахунків його звичайно також умовно вважають зосередженою силою T_c , прикладеною до оголовка стріли. При цьому в розрахунок вводять половину маси стріли. У результаті, формула для визначення сили T_c набирає вигляду, кН:

$$T_c = \frac{G_c}{2g} \cdot \frac{v}{t}, \quad (1.16)$$

де v – найбільша лінійна швидкість оголовка стріли.

Розрахункова схема стріли при дії бокових (горизонтальних) навантажень зображена на рис. 1.5. Розрахунок стріли виконують стосовно

до прискореного або сповільненого повороту крана із зафіксованим у крайньому до оголовка стріли положенні вантажу.

1.3. Визначення найбільших зусиль у стержнях стріли

1.3.1. Розкладання навантажень на складові

Зусилля у стержнях стріли визначають способом розкладання просторової ферми на плоскі ферми. Відповідно до цього кожне з вертикальних навантажень, що діє на стрілу, розкладається на дві складові, що лежать у площинах бокових граней. Вертикальні навантаження у чотиригранних стрілах розподіляються між двома вертикальними фермами, тобто $Q' = 0,5Q$, $q' = 0,5q$ тощо (рис. 1.6). У трьохгранних стрілах розподіляються між двома вертикальними фермами з урахуванням

кута нахилу бокових граней $\frac{\varepsilon}{2}$, тобто

$$Q' = \frac{Q}{2 \cos \frac{\varepsilon}{2}}, \quad q' = \frac{q}{2 \cos \frac{\varepsilon}{2}}, \quad G'_{\text{ВіЗ}} = \frac{G_{\text{ВіЗ}}}{2 \cos \frac{\varepsilon}{2}} \text{ тощо.}$$

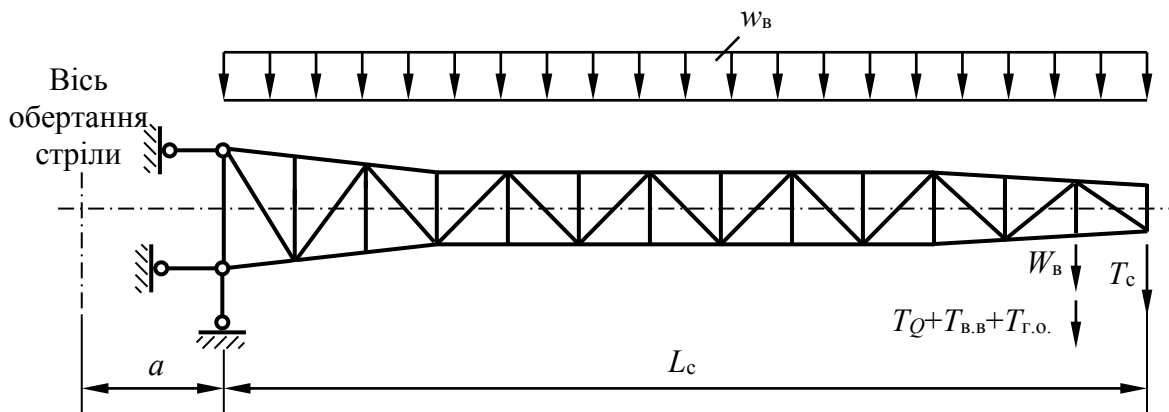


Рис. 1.5. Розрахункова схема стріли при дії горизонтальних навантажень

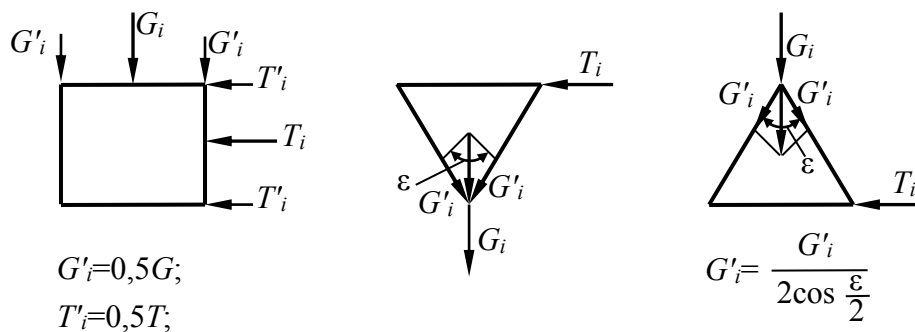


Рис. 1.6. Схеми розкладання вертикальних і горизонтальних навантажень уздовж

бокових граней стріли: *a* – чотиригранної; *б* – тригранної.

Горизонтальні навантаження у чотиригранних стрілах розподіляються між двома горизонтальними фермами так: $w' = 0,5w$, $W'_B = 0,5W_B$; $T'_B = 0,5T_B$ і т.д. У тригранних стрілах усі горизонтальні навантаження умовно прикладаються до єдиної горизонтальної ферми. Виникаючий при цьому крутний момент з метою спрощення розрахунків не враховують. Інтенсивність розподілених навантажень розкладається на складові так само, як і зосереджені сили.

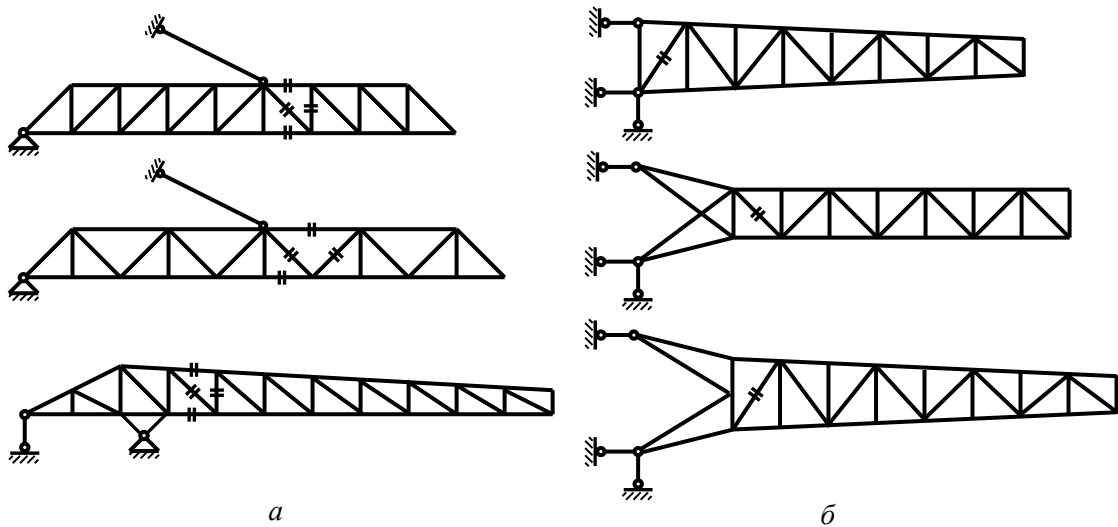


Рис. 1.7. Найбільш навантажені стержні у вертикальній (*a*) і горизонтальній (*б*) фермах

1.3.2. Знаходження найбільш навантажених стержнів. З міркувань уніфікації у решітчастих стрілах кранів використовують однакові прокатні профілі для однотипних елементів стріли: один вид профілів – для всіх розкосів, другий – для стояків, третій – для стержнів верхніх поясів, четвертий – для стержнів нижніх поясів. Відповідно до цього всі стержні стріли поділяють на чотири або три групи (у випадку коли профілі для розкосів і стояків приймаються однакові). В окремих випадках стержні стріли поділяють на дві групи, якщо стержні для верхніх та нижніх поясів одного профілю і площа їх перерізу відрізняється незначно. Для кожної групи слід визначити найбільше розтягувальне $S_{роз}$ або найбільше стискувальне $S_{ст}$ зусилля.

Щоб спростити процес обчислень, на рис. 1.7 вказані найбільш

навантажені стержні бокових (рис. 1.7, *a*) та горизонтальних (рис. 1.7, *б*) ферм. Саме для цих стержнів і необхідно визначити зусилля, за якими пізніше підбиратимуться площі перерізів всіх стержнів стріли.

1.3.3. Побудова ліній впливу. У складі як вертикальних, так і горизонтальних навантажень є рухомі навантаження, що переміщуються вздовж стріли разом з вантажним візком. Максимальні зусилля в стержнях виникають при найбільш не вигідних положеннях візка. Для визначення цих зусиль будують їх лінії впливу від дії одиничної сили, що рухається в площині бокової або горизонтальної грані стріли. Лінії впливу будують за загальною методикою, викладеною в [1, 2, 6]. Для стержня пояса, що належить одночасно до бокової і горизонтальної ферм, треба відповідно будувати дві лінії впливу. Це стосується стержнів верхнього і нижнього поясів в темах 1-5, стержнів нижнього пояса в темах 0 і 2 і стержнів верхнього пояса в темі 3.

Лінією впливу (Л.В) шуканого зусилля називається графік зміни цього зусилля залежно від положення одиничної сили $P_{=1}$ заданого напрямку, яка рухається вздовж конструкції.

На практиці найчастіше використовують два способи побудови лінії впливу:

- визначення залежності, яка пов'язує зусилля, що нас цікавить, зі змінною координатою x точки прикладання сили $P_{=1}$, і побудова графіка отриманої залежності;
- визначення залежності, що пов'язує зусилля, яке нас цікавить, з іншими зусиллями (звичайно з опорними реакціями), лінії впливу яких відомі, і перехід шляхом складання графіків і їх множення на постійне число до лінії впливу шуканого зусилля.

При цьому залежності, що пов'язують зусилля в стержнях з координатою x точки прикладання сили $P_{=1}$ або з опорними реакціями, визначаються так само, як і при розрахунку ферм на нерухомі навантаження, – звичайно методом наскрізного розрізу, рідше методом вирізування вузлів.

Згідно з прийнятими раніше умовами, що найбільш навантажені стержні знаходяться на консольній частині стріли використовуємо перший спосіб.

Приклад побудови ліній впливу для стержнів стріли з паралельними поясами наведений на рис. 1.8. Побудова ліній впливу здійснюється в такій послідовності.

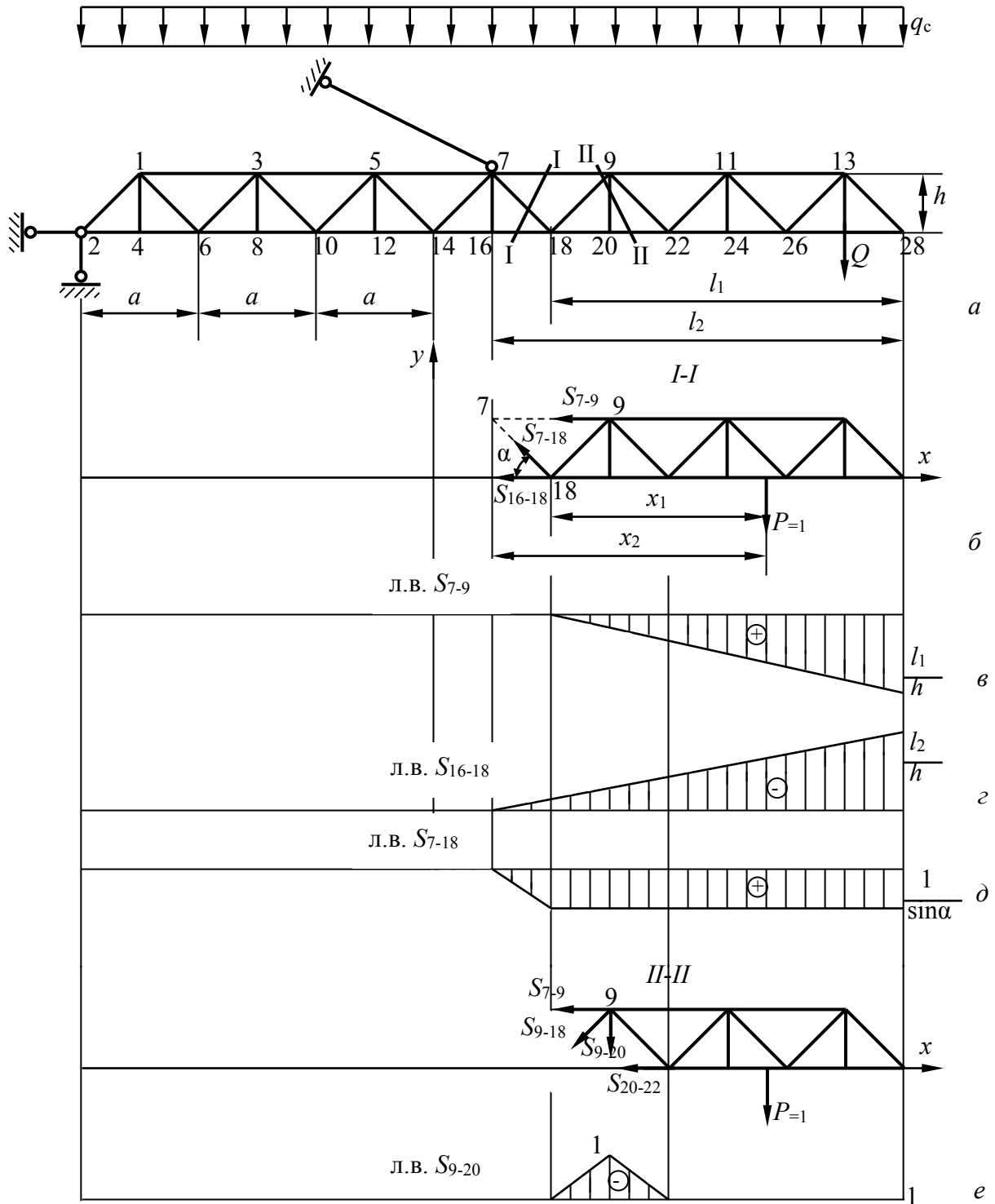


Рис. 1.8. Побудова ліній впливу в елементах вертикальної ферми стріли з паралельними поясами

Викреслюється у масштабі схема стріли, навантажується зовнішніми силами Q_i та q , які діють на стрілу (рис. 1.8, а). Через стержні, зусилля в яких потрібно визначити, виконуємо розріз, що розсікає ферму на дві

частини, замінюємо стержні, які розрізали зусиллями S_i і розглядаємо рівновагу правої відсіченої частини (рис. 1.8, б).

Визначаємо моментні точки (точки Ріттера), в яких перетинаються вісі двох інших стержнів відносно стержня, в якому визначається зусилля.

У розглядуваному випадку (рис. 1.8, б) для стержня 7-9 це буде точка 18, для стержня 16-18 – точка 7. Позначаємо відстань від моментної точки до лінії дії сили $P_{=1}$ ординатою x_i , складаємо рівняння рівноваги стосовно моментних точок. Потрібні співвідношення для побудови лінії впливу, коли сила $P_{=1}$ праворуч від перерізу, можна знайти таким чином:

$$\sum M_{18} = 0; \quad -S_{7-9} \cdot h + P_{=1}x_1 = 0;$$

$$S_{7-9} = \frac{P_{=1}x_1}{h} = \frac{x_1}{h}.$$

$$\sum M_7 = 0; \quad S_{16-18} \cdot h + P_{=1}x_2 = 0;$$

$$S_{16-18} = -\frac{P_{=1}x_2}{h} = -\frac{x_2}{h}.$$

Оскільки ця ферма має паралельні пояси, моментні точки для розкоси 7-18 та стояка не існують (віддаляються до нескінченості). У такому випадку рівняння рівноваги для визначення зусилля в розкосі та стояку складається не як рівняння моментів, а як рівняння проекції на вісь перпендикулярну до осей поясів:

$$\sum y_i = 0; \quad S_{7-18} \sin \alpha - P_{=1} = 0;$$

$$S_{7-18} = \frac{P_{=1}}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}.$$

Використовуємо ці рівняння і будуємо лінії впливу:

$$\text{Л.В. } S_{7-9} \quad \text{при } x_1 = 0 \quad S_{7-9} = \frac{0}{h} = 0;$$

$$\text{при } x_1 = l_1 \quad S_{7-9} = \frac{l_1}{h}.$$

$$\text{Л.В. } S_{16-18} \quad \text{при } x_2 = 0 \quad S_{16-18} = \frac{0}{h} = 0;$$

$$\text{при } x_2 = l_2 \quad S_{16-18} = -\frac{l_2}{h}.$$

$$\text{Л.В. } S_{7-18} = \frac{1}{\sin \alpha}.$$

Коли сила $P_{=1}$ ліворуч від перерізу згідно з рівнянням рівноваги $S_{7-9} = S_{16-18} = S_{7-18} = 0$. Від нульової лінії відкладаємо у масштабі отриманні значення і з'єднуємо їх прямою (рис. 1.8, в, з). Їх ліві гілки збігаються з нульовими лініями. Для лінії впливу S_{7-18} в межах розсіченого стержня пояса 8-10 виконується зрізка (рис. 1.8, д).

Так як, при визначенні зусилля в стояку 9-20 в розріз II-II попадає чотири стержні метод наскрізного перерізу застосовувати в даному випадку немає можливості, тому застосовуємо метод вирізування вузлів. Рухому силу $P_{=1}$ переміщаємо в вузол 20 (рис. 1.8, ж).

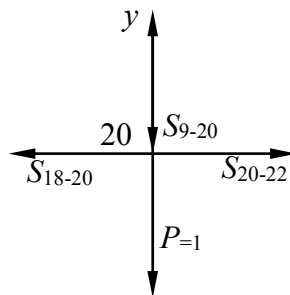


Рис. 1.8, ж. Вирізаний вузол для стояка ферми з паралельними поясами

Складаємо рівняння рівноваги для вузла 20:

$$\sum Y = 0; \quad P_{=1} + S_{9-20} = 0; \quad S_{9-20} = -P_{=1} = -1.$$

Сила $P_{=1}$, що перебуває на ділянці між вузлами 18 і 20 або 20 і 22, поділяється між цими вузлами обернено пропорційно відстаням до них, внаслідок чого відповідні лінії впливу мають вигляд прямолінійних відрізків з ординатою 1 в точці 20 до 0 в точках 18 і 22 (рис. 1.8, е).

У зв'язку з тим, що навантаження на стояки у цьому випадку незначні, профілі перерізи для них приймаються ідентичними як для розкосів.

У фермах з непаралельними поясами істотні відмінності від ліній впливу зображених на рис. 1.8 будуть мати лише лінії впливу зусиль в розкосах та стояках (рис. 1.9), тому, що моментні точки знаходяться за межами ферми.

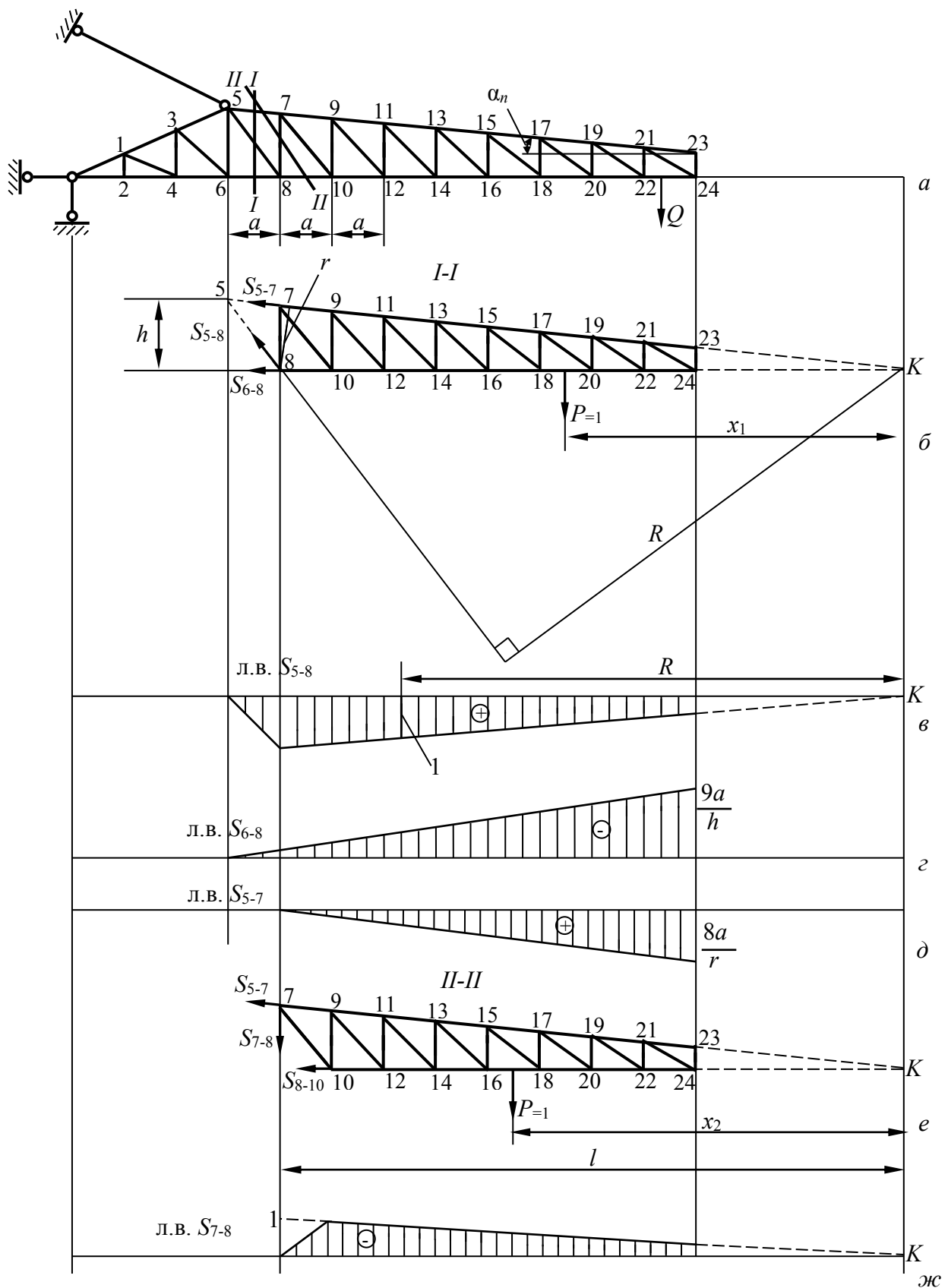


Рис. 1.9. Побудова ліній впливу в елементах вертикальної ферми стріли з непаралельними поясами

Розсічемо ферму розрізом $I-I$, що проходить через стержні 5-7, 5-8, 6-8 і розглянемо рівновагу правої відсіченої частини.

Для розкосу 5-8 моментною точкою буде точка K , точка перетину ліній дії зусиль S_{6-8} і S_{5-7} , яка знаходиться за межами ферми.

Тоді з рівняння рівноваги $\sum M_K = 0$ отримаємо:

а) сила $P_{=1}$ праворуч від перерізу

$$\sum M_K = 0; \quad S_{5-8} \cdot R - P_{=1} \cdot x_1 = 0;$$

$$S_{5-8} = \frac{P_{=1} \cdot x_1}{R} = \frac{x_1}{R},$$

де R – найкоротша відстань (перпендикуляр) від точки K до лінії дії зусилля S_{5-8} , м;

б) сила $P_{=1}$ ліворуч від перерізу

$$\sum M_K = 0; \quad -S_{5-8} \cdot R = 0;$$

$$S_{5-8} = 0.$$

Згідно з отриманими залежностями права гілка лінії впливу – похила пряма, яку можна побудувати за двома точками:

$$\text{при } x_1 = 0 \quad S_{5-8} = \frac{0}{R} = 0;$$

$$\text{при } x_1 = R \quad S_{5-8} = \frac{R}{R} = 1.$$

Від точки K на відстані R відкладаємо у масштабі ординату, яка дорівнює одиниці. Ліва гілка збігається з нульовою лінією. В межах розсічених стержнів 6-8 та 5-7 виконується зрізка 6-8 (рис. 1.9, в).

Лінії впливу зусиль у верхньому S_{5-7} та нижньому S_{6-8} поясах (рис. 1.9, з, д) будуються аналогічно лініям впливу поясів ферми з паралельними поясами (див. рис. 1.8, в, з). Але при цьому необхідно враховувати, що плече зусилля у верхньому поясі S_{5-7} визначається

$$\text{(рис. 1.9, б)} \quad r = h_1 \cdot \cos \alpha_n = (h - a \cdot \operatorname{tg} \alpha_n) \cdot \cos \alpha_n.$$

Для побудови лінії впливу в стояку розсічемо ферму розрізом $II-II$, що проходить через стержні 5-7, 7-8, 8-10 і розглядаємо рівновагу правої відсіченої частини (рис. 1.9, е).

а) Сила $P_{=1}$ праворуч від перерізу

$$\sum M_K = 0; \quad -S_{7-8} \cdot l - P_{=1} \cdot x_2 = 0;$$

$$S_{7-8} = -\frac{P_{=1} \cdot x_2}{l} = -\frac{x_2}{l}.$$

б) Сила $P_{=1}$ ліворуч від перерізу

$$\sum M_K = 0; \quad -S_{7-8} \cdot l = 0;$$

$$S_{7-8} = 0.$$

Згідно з отриманими залежностями права гілка лінії впливу похила пряма, яку можна побудувати за двома точками:

$$\text{при } x_2 = 0 \quad S_{7-8} = -\frac{0}{l} = 0;$$

$$\text{при } x_2 = l \quad S_{7-8} = \frac{l}{l} = 1.$$

Ліва гілка збігається з нульовою лінією. В межах розсіченого стержня 8-10 виконується зрізка (рис. 1.9, ж).

1.4. Обчислення найбільших зусиль у стержнях

Для стержнів поясів, що належать одночасно до бокової та горизонтальної ферм, треба відповідно будувати дві лінії впливу. Це стосується переважної більшості стержнів поясів.

Найбільш не вигідним положенням вантажного візка стосовно до вертикальних навантажень є таке положення, коли центр ваги візка розміщується напроти максимальної ординати лінії впливу зусилля у розглядуваному стержні. При цьому треба враховувати, що в разі максимального віддалення від башти крана центр ваги візка не доходить до краю стріли на вказану в завданнях відстань, що дорівнює приблизно половині довжини візка.

Сили інерції, що діють на вантаж, візок і гакову обойму, пропорційні відстані R від центра ваги візка до осі обертання поворотної частини крана. Тому при дії горизонтальних навантажень найбільш не вигідне положення вантажного візка виникає тоді, коли її центр ваги відповідає максимальному добутку yR ординати лінії впливу y на відстань R . Для даної курсової роботи максимум добутку yR найчастіше буває при $y = y_{\max}$ або при $R = R_{\max}$.

Після побудови необхідних ліній впливу зусилля у стержнях стріли

від вертикальних або від горизонтальних навантажень можуть бути знайдені за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^n P_i y_i + \int_0^{L_c} q_x y_x dx, \quad (1.17)$$

де P_i – зосереджені сили, що лежать у площині розглядуваної грані стріли; y_i – ординати лінії впливу, відповідні точкам прикладення зазначених сил; q_x , y_x – інтенсивність розподіленого навантаження і ординати лінії впливу у функції відстані x від краю стріли до розглядуваного поперечного перерізу.

У разі сталої інтенсивності розподіленого навантаження $q_x = q$:

$$\int_0^{L_c} q_x y_x dx = q \int_0^L y_x dx = q \omega_{\text{л.в.}}, \quad (1.18)$$

де $\omega_{\text{л.в.}}$ – площа між лінією впливу й базовою нульовою лінією (при знакозмінних лініях впливу – різниця між площами, розташованими по різні боки від нульової лінії).

З урахуванням рівності (1.18) формула (1.17) набирає вигляду:

$$S_{\Pi} = \sum_{i=1}^n P_i y_i + q \omega_{\text{л.в.}}. \quad (1.19)$$

Для ліній впливу зусиль у стержнях площа $\omega_{\text{л.в.}}$ має розмірність площини (м^2).

1.4.1. Зусилля в поясах стріли. Повне зусилля у стержні пояса S_{Π} складається із зусиль $S_{\Pi}^{\text{В}}$, $S_{\Pi}^{\text{Г}}$ і $S_{\Pi}^{\text{П}}$, спричинених відповідно вертикальними, горизонтальними та поздовжніми навантаженнями:

$$S_{\Pi} = S_{\Pi}^{\text{В}} + S_{\Pi}^{\text{Г}} + S_{\Pi}^{\text{П}}. \quad (1.20)$$

Зусилля $S_{\Pi}^{\text{В}}$ визначають за формулою (1.19) з допомогою ліній впливу цього зусилля від дії одиничної сили, що рухається в площині бокової ферми. Зосереджені сили дорівнюють складовим сил Q , $G_{\text{Віз}}$, $G_{\text{Г.О}}$ і $N_{\text{Г}}^{\text{В}}$, а інтенсивність q розподіленого навантаження – складовим інтенсивності q_c , що лежать у площинах бокових граней стріли згідно зі схемами на рис. 1.3. Центр ваги вантажного візка розміщується напроти

максимальної ординати лінії впливу розглядуваного стержня. Зусилля має знак “+”, якщо під дією вертикальних сил стержень розтягується, і знак “-”, якщо він стискується.

Зусилля S_{Π}^{Γ} для поясу, що входить до складу горизонтальної ферми, визначають аналогічно зусиллю S_{Π}^B . Розрахунок ведеться за формулою (1.19) з допомогою лінії впливу зусилля у розглядуваному стержні від дії одиничної сили, що рухається у площині горизонтальної грані стріли. Положення вантажного візка залишається таким самим, яке було прийняте при визначенні максимального значення S_{Π}^B . Для горизонтальної ферми тригранної стріли до складу зосереджених сил P_i входять сили W_B , T_Q , $T_{\text{віз}}$, $T_{\text{г.о}}$, T_C , а інтенсивність розподіленого навантаження $q = w$. У чотиригранній стрілі всі зазначені навантаження слід поділити навпіл.

При визначенні зусиль в одиничних поясах тригранних стріл вважають, що $S_{\Pi}^{\Gamma} = 0$.

Зусилля S_{Π}^{Π} визначають за зусиллям у гілках вантажного каната у такий спосіб.

Якщо вантажний канат проходить через два обвідних блоки, розташованих на оголовку стріли вздовж однієї вертикалі (рис. 1.1, тема 4), сумарне зусилля дорівнює в нижніх поясах N_1 , у верхніх – N_2^{Π} . Залежно від форми поперечного перерізу стріли кожне із зазначених зусиль сприймається одним поясом, або розподіляється однаково між двома верхніми чи нижніми поясами.

Найбільш поширеним є випадок, коли на оголовку стріли для вантажного каната існує лише один обвідний блок, розташований посередині між нижніми поясами (теми 1-3 і 5). При цьому зусилля S_{Π}^{Π} у верхніх поясах дорівнює нулю, а сумарне повздовжнє зусилля у нижніх поясах:

$$S_{\Pi}^{\Pi} = N_1 + N_2 \cos \beta. \quad (1.21)$$

Зусилля в поясах від поздовжніх навантажень завжди мають знак “-”.

Сумарне зусилля S_{Π} у стержні поясу, спільної для бокової та горизонтальної ферм, визначають за формулою (1.20) з урахуванням знаків окремих додатків.

Напряг горизонтальних навантажень може бути будь-яким, тому в розрахунках за формулою (1.21) другий доданок береться з тим знаком, за якого абсолютне значення зусилля S_{Π} буде більшим.

Одиночні пояси тригранних стріл одночасно входять до складу двох симетрично розташованих бокових ферм, внаслідок чого одержане описаним способом зусилля S_{Π}^B для цих поясів слід подвоїти. Отже, сумарне зусилля в одиночних поясах тригранних стріл:

$$S_{\Pi} = 2S_{\Pi}^B + S_{\Pi}^{\Pi}. \quad (1.22)$$

Як і у формулі (1.20) дія складання тут буде алгебраїчна, тобто з урахуванням знаків додатків.

1.4.2. Зусилля в елементах решітки бокових граней стріли. Розкоси і стояки бокових граней стріли сприймають тільки вертикальні навантаження. Тому зусилля в них (S_p або S_c) визначають аналогічно зусиллю S_{Π}^B в поясах.

При розкісній решітці бокових ферм (теми 1, 4, 5) зусилля у розкосах на консольній ділянці стріли завжди розтягувальні, а зусилля у стояках завжди стискувальні. Якщо решітка трикутна (теми 0, 2 і 3), зусилля у розкосах навперемінно мають знак “+” і “-”, а зусилля у стояках або розтягувальні, або дорівнюють нулю.

1.4.3. Зусилля в елементах решітки горизонтальних граней стріли. Розкоси і стояки горизонтальних граней сприймають лише горизонтальні навантаження, перпендикулярні до вертикальної площини симетрії стріли. Тому зусилля в них визначають аналогічно зусиллю S_{Π}^{Γ} у поясах. Відміна полягає лише в тому, що вантажний візок слід встановити у найбільш не вигідному положенні, що визначається формою лінії впливу розглядуваного елемента при русі в площині горизонтальної грані сили $P_{=1}$.

Як показано раніше, найбільш не вигідним положенням візка у даному випадку буде таке, за якого його центр ваги відповідає максимальному добутку yR ординати лінії впливу y на відстань R , що віддаляє цей центр ваги від осі обертання поворотної частини крана.

Після з’ясування найбільш не вигідного для розглядуваного стержня положення вантажного візка за формулами (1.14, 1.15) знаходять відсутні

горизонтальні навантаження T_Q , $T_{\text{вiз}}$ і $T_{\text{Г.О}}$, а потім за формулою (1.19) з допомогою відповідної лінії впливу визначають зусилля у цьому стержні.

Оскільки напрям горизонтальних навантажень може бути будь-яким, зусилля у розкосах горизонтальних граней завжди вважаються стискувальними. Зусилля у стояках горизонтальних ферм значно менші чим у вертикальних і тому при підборі площ перерізів не враховуються, а приймаються за вертикальними навантаженнями.

2. ДОБІР ПЛОЩ ПЕРЕРІЗІВ СТЕРЖНІВ І ПЕРЕВІРКА НАПРУЖЕНЬ

Для виготовлення кранових стріл звичайно застосовують прокатні сталі (марки Ст 3 або 20). Переріз для кожної групи однотипних елементів вибирається за одним з розглянутих далі випадків.

1. Найбільше стискувальне зусилля $S_{\text{ст}}$ в елементах даної групи перевищує за абсолютним значенням найбільше розтягувальне зусилля або ненабагато (до 25 %) нижче від нього. Сюди ж відноситься випадок, коли елементи даної групи працюють лише на стискування.

Площу перерізу елемента A , м^2 , визначають за формулою:

$$A \geq \frac{S_{\text{ст}}}{\varphi m R}, \quad (2.1)$$

де φ – коефіцієнт поздовжнього згину, який залежить від гнучкості стержня і приймається попередньо для поясів $\varphi = 0,7 \dots 0,8$, а для розкосів і стояків $\varphi = 0,5 \dots 0,6$; m – коефіцієнт умов роботи, що дорівнює 0,75 для одиничних кутників і 1,0 для подвійних кутників, двотаврів і труб; R – розрахунковий опір матеріалу, що для згаданих сталей дорівнює 210 МПа (21 $\text{кН}/\text{см}^2$).

На основі одержаного за формулою (2.1) мінімального значення A вибираємо з таблиці сортаменту прокатної сталі одиничний кутник, двотавр, швелер, смугу або трубу (додатки 6-11). Типи перерізів елементів стріли вказані у завданні.

Для вибраних перерізів елементів роблять перевірку напружень σ $\text{кН}/\text{см}^2$, за формулою:

$$\sigma = \frac{|S_{\text{ст}}|}{\varphi A} \leq m R, \quad (2.2)$$

в якій коефіцієнт поздовжнього згину φ беруть з табл. 2.1 залежно від

гнучкості стержня λ .

Гнучкість стержня:

$$\lambda = \frac{\mu l}{r_{\min}}, \quad (2.3)$$

де μ – коефіцієнт зведення довжини; l – геометрична довжина стержня, що визначається як відстань між центрами вузлів, см; r_{\min} – мінімальний радіус інерції перерізу, зв'язаний з мінімальним моментом інерції I_{\min} і площею перерізу A співвідношенням:

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}. \quad (2.4)$$

Таблиця 2.1

**Коефіцієнт поздовжнього згину φ центрально-стиснутих елементів
для сталей марок Ст 3 і 20**

Гнучкість елементів	Значення φ	Гнучкість елементів	Значення φ
0	1,00	100	0,60
10	0,99	110	0,52
20	0,97	120	0,45
30	0,95	130	0,40
40	0,92	140	0,36
50	0,89	150	0,32
60	0,86	160	0,29
70	0,81	180	0,23
80	0,75	200	0,19
90	0,69	220	0,16

Може також прийматися за табличними даними (табл. 2.1).

Коефіцієнт зведення довжини приймається:

а) для поясів стріли $\mu = 1$;

б) для стояків решітки $\mu = 0,8$.

Для розкосів коефіцієнт μ визначають за даними табл. 2.2 залежно від відношення довжини розкосу l_p до його мінімального радіуса інерції

r_{\min} і від відношення k_1 погонних жорсткостей пояса $i_{\Pi} = \frac{I_{\Pi \min}}{l_{\Pi}}$ та

розкошу $i_p = \frac{I_{p\min}}{l_p}$:

$$k_1 = \frac{i_{\Pi}}{i_p} = \frac{I_{\Pi\min} l_p}{I_{p\min} l_{\Pi}}, \quad (2.5)$$

де $I_{\Pi\min}$, $I_{p\min}$ – мінімальні моменти інерції перерізів відповідно пояса і розкошу; l_{Π} – геометрична довжина одного стержня пояса.

Таблиця 2.2

Значення коефіцієнта μ для розкосів

Коефіцієнт $k_1 = i_{\Pi} / i_p$	Значення μ для розкосів l_p / r_{\min}						
	80	100	120	140	160	180	200
$k_1 \leq 2$	0,98	0,89	0,83	0,77	0,74	0,72	0,70
$k_1 \geq 2$	0,92	0,84	0,78	0,74	0,70	0,70	0,70

Мінімальний радіус інерції перерізу стержнів, що складаються з одного кутника або двотавра, визначають безпосередньо з таблиць сортаменту за вісями Y_0 або V . Для перерізів трубчастих стержнів можна наближено приймати:

$$r_{\min} = r = \frac{\sqrt{2}}{4}(D_3 - \delta) \approx 0,354(D_3 - \delta), \quad (2.6)$$

де D_3 , δ – відповідно зовнішній діаметр і товщина труби.

Для складних перерізів поясів радіуси інерції обчислюють за загальною формулою (2.4), в якій момент інерції перерізу I_{\min} знаходять за відомими правилами опору матеріалів (принцип підсумовування моментів інерції окремих частин перерізу і формула паралельного перенесення осей).

2. Якщо найбільше розтягувальне зусилля $S_{роз}$ за абсолютним значенням перевищує стискувальне, також здійснюють перевірку міцності, кН/см^2 , за формулою:

$$\sigma = \frac{S_{роз}}{A} \leq mR \quad (2.7)$$

3. Якщо стискувальні зусилля в елементах даної групи за абсолютним значенням значно менші від найбільшого розтягувального зусилля $S_{роз}$ (в 1,5 разів і більше), тоді площу перерізу, $см^2$, вибирають згідно з формулою:

$$A \geq \frac{S_{роз}}{mR}, \quad (2.8)$$

без подальшої перевірки напружень.

Гнучкість стиснутих поясів, а також опорних стояків і розкосів не повинна перевищувати 120, гнучкість інших стиснутих елементів – 150. Згідно з цією вимогою, не слід застосовувати для стиснутих розкосів і стояків кутники з шириною полиці, меншою від $1/35$, і труби діаметром, меншим від $1/50$ довжини розкосу або стояка.

3. КОНСТРУЮВАННЯ СТРИЛИ І РОЗРАХУНОК ЇЇ ВУЗЛІВ

Стріла крана являє собою просторову ферму, що складається з кількох плоских. Тому при конструюванні вузлів стріли використовують відомі принципи конструювання вузлів плоских ферм (рис. 3.1, 3.2).

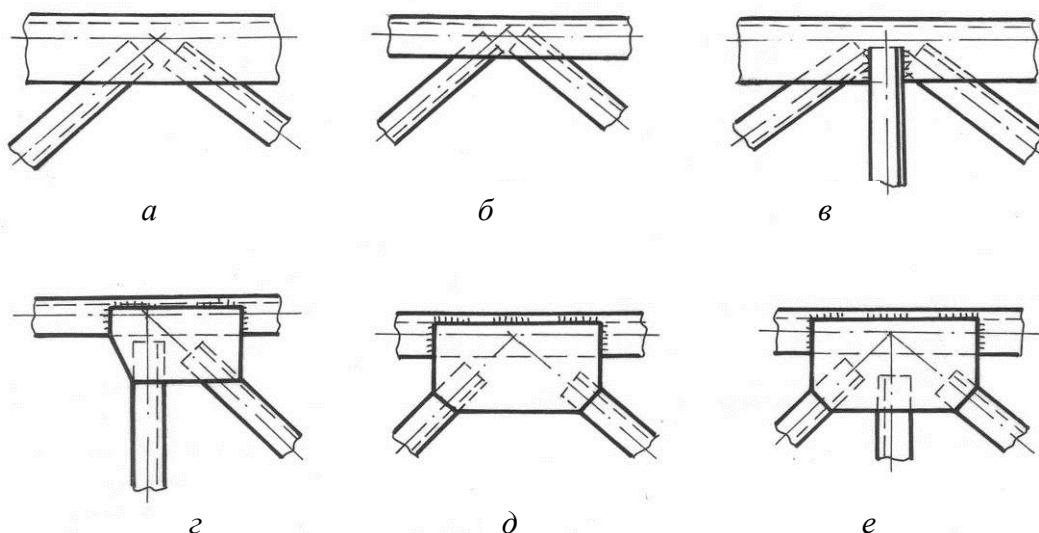


Рис. 3.1. Вузли плоских ферм з кутників

Вузли горизонтальних граней стріли конструюються, як правило, без фасонки, шляхом приварювання стержнів і решітки безпосередньо до стержнів поясів (рис. 3.1, а-в, 3.2, а-в). Вузли бокових граней також

можуть не мати фасонок, але в стрілах важких кранів звичайно використовуються фасонки з листової сталі завтовшки 8...10 мм (рис. 3.1, *г-е*, 3.2, *г-е*). Потрібну товщину фасонок визначають виходячи із максимальної товщини полиць кутників, які приварюються до цієї фасонки.

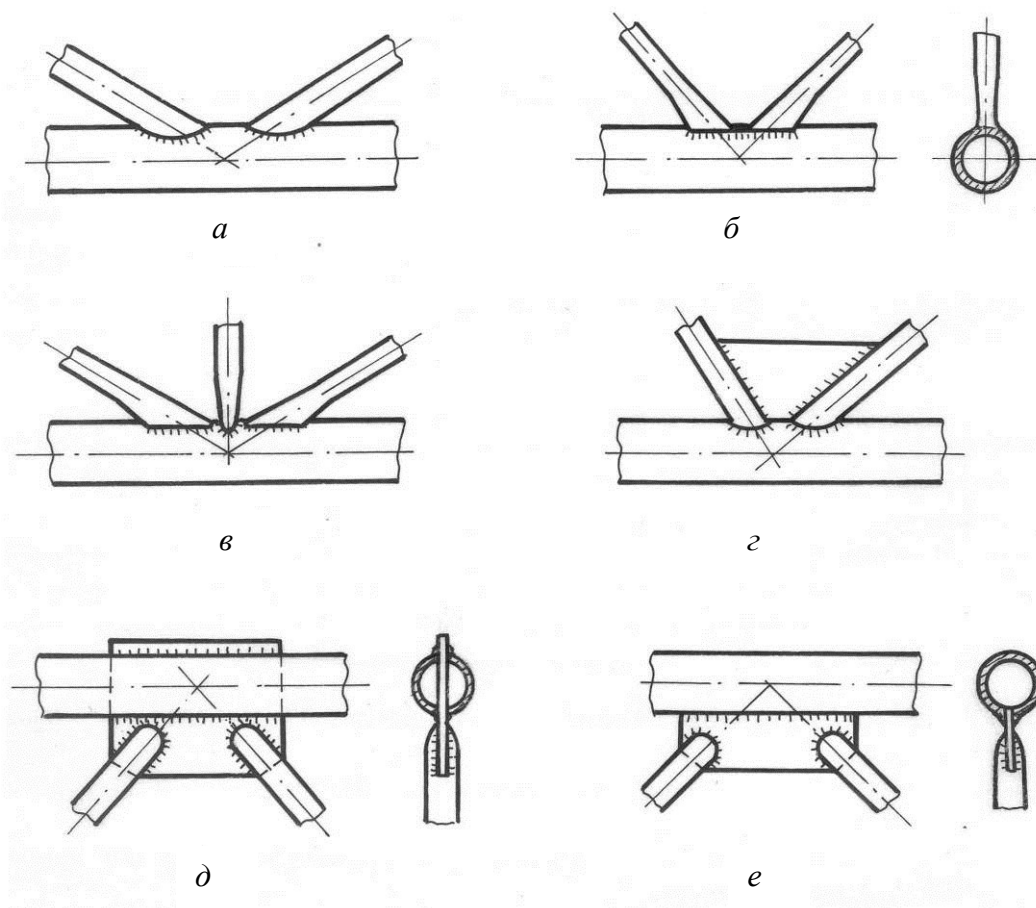


Рис. 3.2. Вузли плоских ферм з труб

Необхідно по можливості забезпечити точне центрування стержнів, тобто таке їх розміщення, коли осі всіх стержнів, що сходяться у вузлі, перетинаються в одній точці (рис. 3.1, *а-в*, 3.2, *а-в*). У стрілах, що складаються з кутників, таке центрування полегшується при наявності фасонок. Якщо точне центрування стержнів неможливе, треба принаймні максимально зменшити ексцентриситет, що вимірюється як відстань від точки перетину осей елементів решітки до осі пояса (рис. 3.1, *б*). Віссю стержня вважається лінія, що проходить крізь центри ваги його перерізів.

Трубчасті стержні решітки можуть приварюватися до фасонок або до стрижнів поясів після фасонної обрізки з допомогою спеціальних шаблонів (рис. 3.2, *а, г*), після обтиску кінців труб (рис. 3.2, *б, в*) або без попередньої

обробки, з використанням обварювання торців (рис. 3.2, д, е).

Для полегшення транспортування стріли виготовляють з окремих секцій завдовжки 5...6 м і потім монтують на будівельних майданчиках. З'єднують секції звичайно з допомогою приварених до кінців поясів фланців (рис. 3.3).

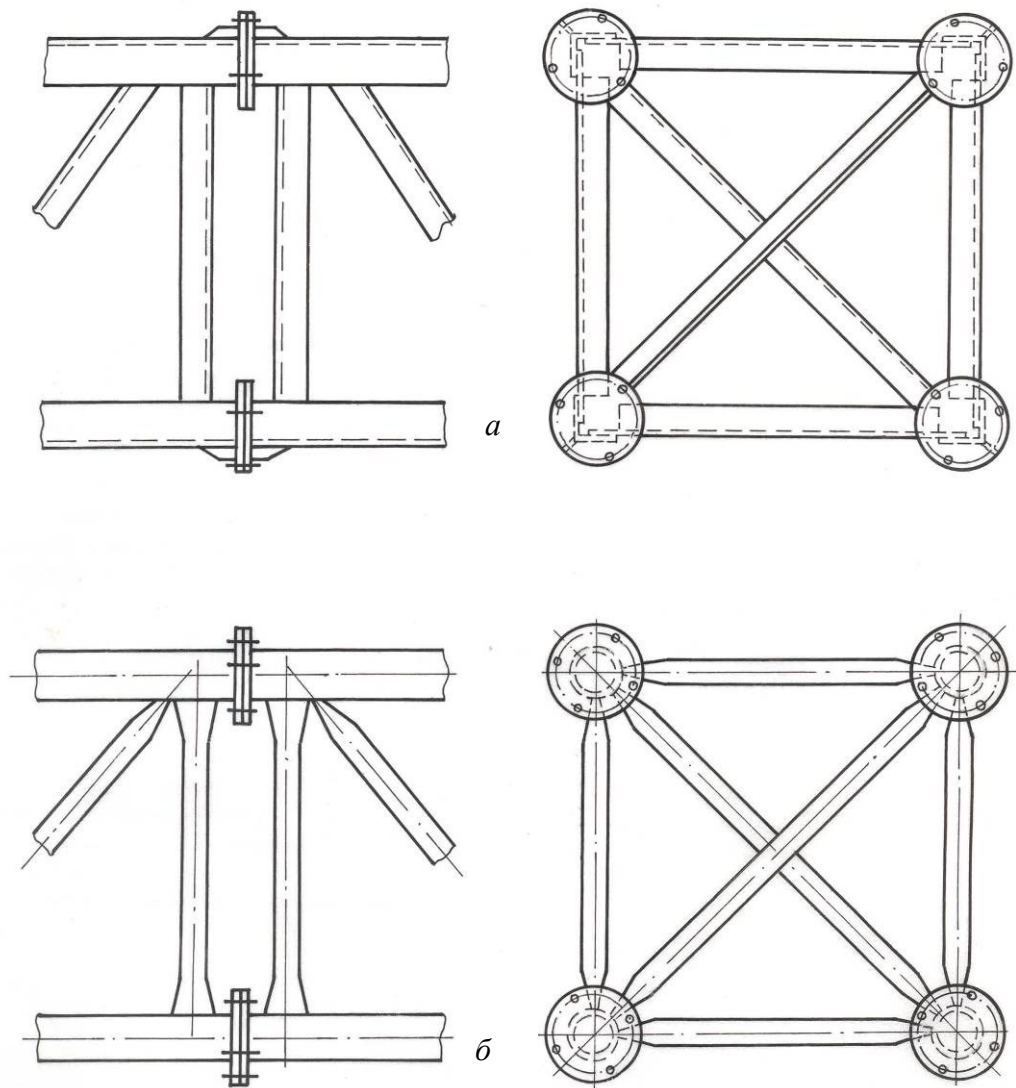


Рис. 3.3. Конструкції стиків між секціями стріли, що складаються з кутників (а), або труб (б)

Хвостова частина стріли, що шарнірно прикріплюється до башти, конструється з допомогою додаткових фасонки, накладок, вушок і втулок (рис. 3.4). Такі самі елементи використовують і в конструкціях оголовка стріли (рис. 3.5).

Розрахунок вузлів зводиться в основному до розрахунку на міцність зварних швів, що прикріплюють елементи решітки до фасонки або до

пояса. Якщо всі стержні виготовлені з кутників, загальна довжина швів, см, необхідних для прикріплення розкосу або стояка:

$$l_{\text{ш}} \geq \frac{S_p}{\beta k_{\text{ш}} R_{\text{к}}^{3\text{В}}} \quad (3.1)$$

де S_p – зусилля у привареному стержні; β – коефіцієнт форми шва, що залежить від технології зварювання ($\beta = 0,7$ при ручному і $\beta = 1$ при автоматичному зварюванні); $k_{\text{ш}}$ – катет шва, який звичайно дорівнює товщині полиці кутника; $R_{\text{к}}^{3\text{В}}$ – розрахунковий опір зрізу кутового шва при електрозварюванні: для конструкцій із сталей марок Ст 3 і 20 $R_{\text{к}}^{3\text{В}} = 15 \text{ кН/см}^2$ (150 МПа).

Кутники решітки приварюються, як правило, двома фланговими швами, мінімальні довжини яких $l_{\text{ш}1}$ і $l_{\text{ш}2}$ (рис. 3.6):

$$l_{\text{ш}1} = l_{\text{ш}} \frac{b - z_0}{b}; \quad l_{\text{ш}2} = l_{\text{ш}} \frac{z_0}{b}, \quad (3.2)$$

де b – ширина кутника; z_0 – відстань від зовнішньої грані полиці до центра ваги перерізу кутника.

Фактична довжина швів повинна перевищувати значення, одержані за формулами (3.2), не менш як на 1 см.

Якщо решітка стріли трубчаста, розрахунок полягає у визначенні необхідного катета шва, см:

$$k_{\text{ш}} = \frac{S_p}{\beta l_{\text{ш}} R_{\text{к}}^{3\text{В}}}. \quad (3.3)$$

Мінімальне значення $k_{\text{ш}}$ становить 0,3 см.

Довжину замкнутого шва $l_{\text{ш}}$, що входить до формули (3.3), знаходять у такий спосіб:

а) у разі трубчастих поясів, до яких трубчасті розкоси або стояки приварюються без обтиску (рис. 3.7, а)

$$l_{\text{ш}} = a + b + 3\sqrt{a^2 + b^2}, \quad (3.4)$$

де

$$a = \frac{d_2}{2 \sin \alpha}; \quad b = \frac{d_2}{3} \cdot \frac{3 - (d_2/d_1)^2}{2 - (d_2/d_1)^2}, \quad (3.5)$$

де d_1, d_2 – відповідно більший і менший зовнішні діаметри труб; α – кут між осями труб;

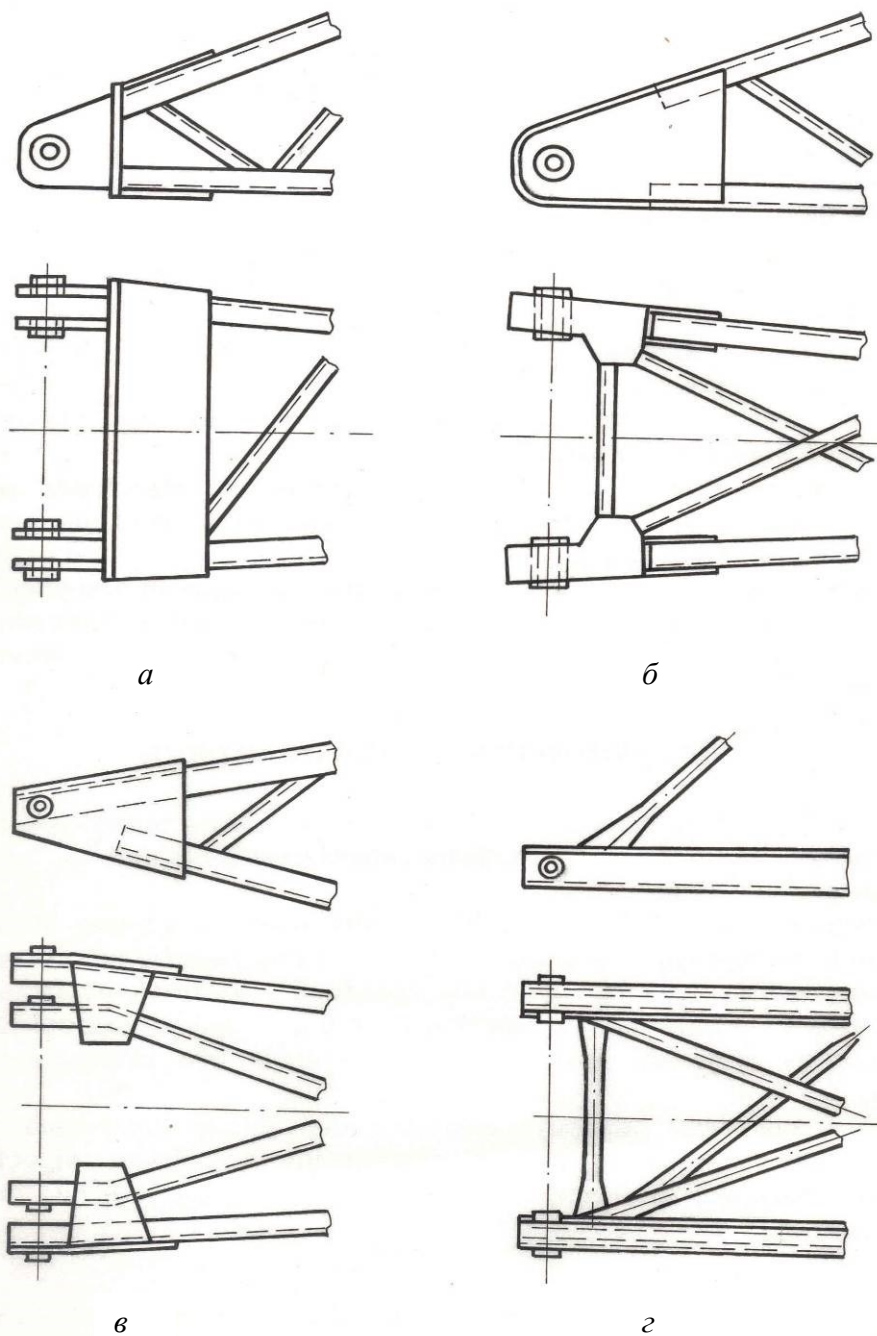


Рис. 3.4. Конструкції хвостової частини стріли

б) у разі обтиску кінців трубчастих елементів решітки в осьовій площині пояса (рис. 3.7, б):

$$l_{\text{ш}} = \frac{\pi d_2}{\sin \alpha}; \quad (3.6)$$

в) у разі обтиску кінців трубчастих елементів решітки у площині, перпендикулярній до площини з'єднувальних стержнів (рис. 3.7, в):

$$l_{\text{ш}} = \pi d_2 + 1,3 \frac{d_2^3}{d_1^2}. \quad (3.7)$$

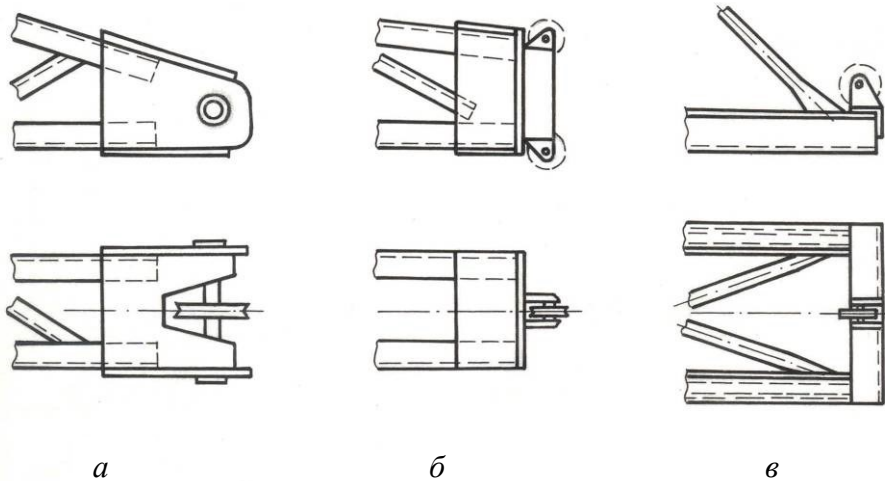


Рис. 3.5. Конструкції оголовка стріли

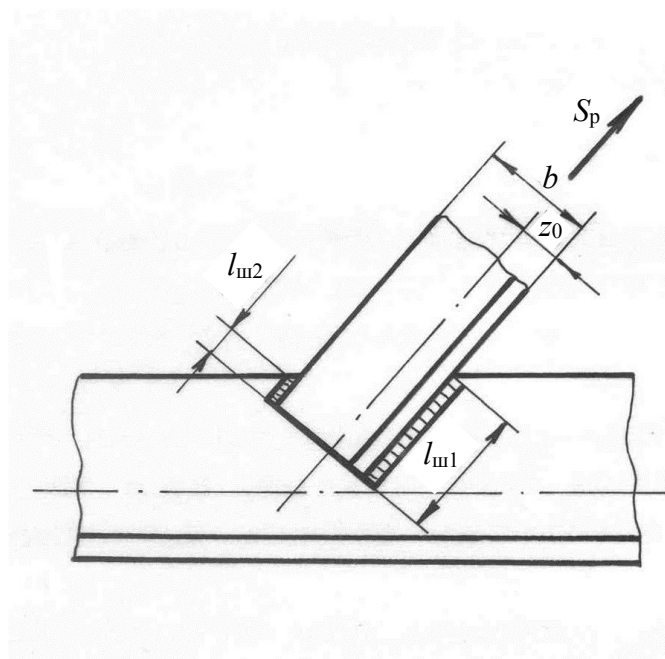


Рис. 3.6. Схема до визначення довжини швів, необхідних для прикріплення кутників решітки до пояса

Конструкцію вузла креслять на окремому листі у трьох проекціях у масштабі 1:2, 1:2,5 або 1:4. Обов'язково вказують перерізи стержнів, що сходяться у вузлі, вид зварювання, тип і товщину (катет) зварних швів. Невидимі стержні, перпендикулярні до площини креслення, не показують.

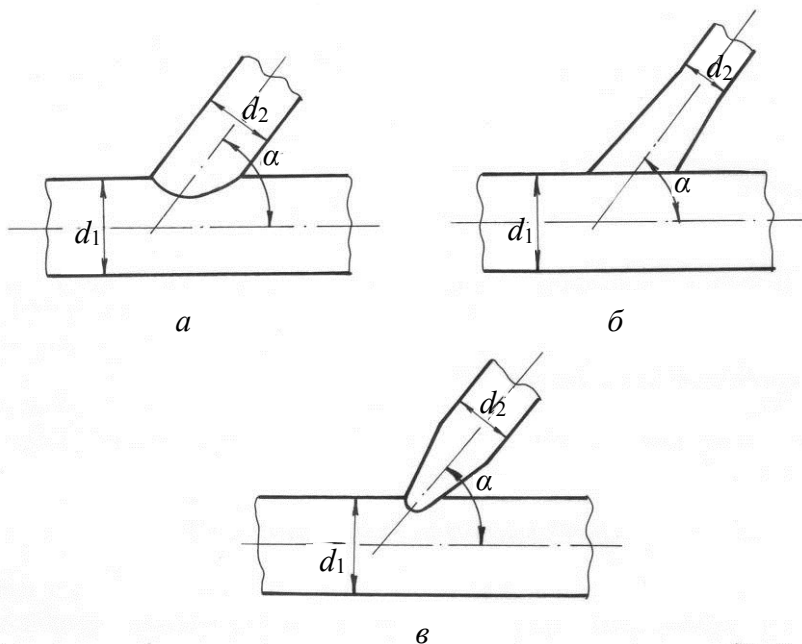


Рис. 3.7. Схеми зварних з'єднань між трубчастими розкосами і поясами

4. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ І ПРОЄКТУВАННЯ ВУЗЛА СТРИЛИ БАШТОВОГО КРАНА

4.1. З паралельними нижнім та верхнім поясами

Вихідні дані:

Тема 2, варіант 2а:

Баштовий кран типу КБ-573, $Q = 40$ кН, $L_c = 35$ м, $G_{\text{ВіЗ}} = 7,5$ кН, $G_{\text{Г.о.}} = 4,2$ кН, $n_{\text{п}} = 0,8$ об/хв, $i = 2$, $t = 4$ с, $G_c = 49,3$ кН.

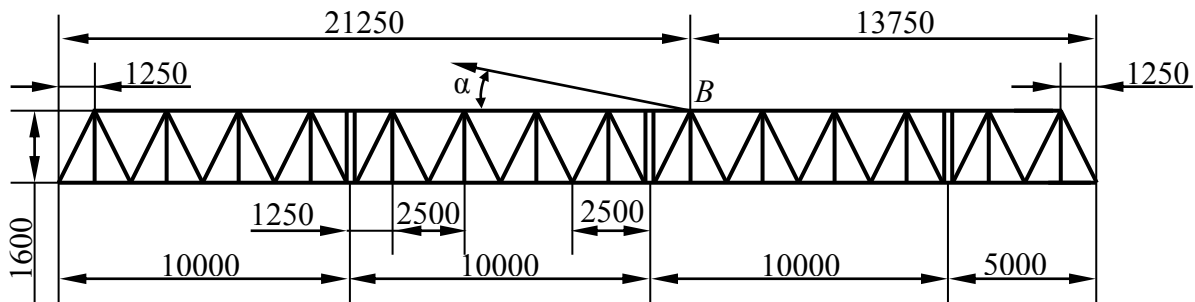


Рис. 4.1. Розрахункова схема бокової проекції стріли крана КБ-573

4.1.1. Обчислення навантажень

Знайдемо розрахункові навантаження, для чого номінальну власну вагу стріли G_c , пересувного візка $G_{\text{ВіЗ}}$ і гакової обойми $G_{\text{Г.о.}}$ помножимо на коефіцієнт перевантаження $n_G = 1,1$, а вагу вантажу Q – на коефіцієнт перевантаження $n_Q = 1,25$:

$$G_c = 49,3 \cdot 1,1 = 54,23 \text{ кН},$$

$$G_{\text{В}} = 7,5 \cdot 1,1 = 8,25 \text{ кН},$$

$$G_{\text{Г.о.}} = 4,2 \cdot 1,1 = 4,62 \text{ кН},$$

$$Q = 40 \cdot 1,25 = 50,0 \text{ кН}.$$

4.1.2. Поздовжні навантаження

Зусилля N_1 у нижній (веденій) гільці вантажного канту визначаємо за формулою (8.49) підручника [1]:

$$N_1 = \frac{Q + G_{\text{Г.о.}}}{i\eta},$$

де $i = 2$ – кратність поліспасти;

$$\eta_{\Pi} = \frac{\eta + \eta^2}{i} = \frac{0,98 + 0,98^2}{2} = 0,97 \text{ – ККД поліспасти.}$$

Тоді:

$$N_1 = \frac{50 + 4,62}{2 \cdot 0,97} = 28,15 \text{ кН.}$$

Зусилля N_2 у верхній (ведучій) гілці вантажного канту визначаємо за формулою:

$$N_2 = \frac{N_1}{\eta^{n_o}} = \frac{28,15}{0,98} = 28,72 \text{ кН,}$$

де $n_o = 1$ (для крана КБ-573) кількість обвідних блоків (див. рис. 4.2).

Розкладаємо зусилля N_2 на поздовжню N_2^{Π} і вертикальну N_2^B складові згідно з формулами:

$$N_2^{\Pi} = N_2 \frac{\cos \beta}{\cos \alpha_{\Pi}}; \quad N_2^B = N_2 \frac{\sin(\beta - \alpha_{\Pi})}{\cos \alpha_{\Pi}},$$

де $\alpha_{\Pi} = 0$, $\cos \alpha_{\Pi} = 1$.

Знайдемо кут β нахилу вантажного каната до горизонтальної площини (рис. 4.2):

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{9700}{35000 + 1250} = \frac{9700}{36250} = 0,268; \quad \beta = 15^\circ; \quad \cos \beta = 0,965; \\ \sin \beta &= 0,259. \end{aligned}$$

Тоді:

$$N_2^{\Pi} = 28,72 \cdot 0,965 = 27,71 \text{ кН;}$$

$$N_2^B = 28,72 \cdot 0,259 = 7,44 \text{ кН.}$$

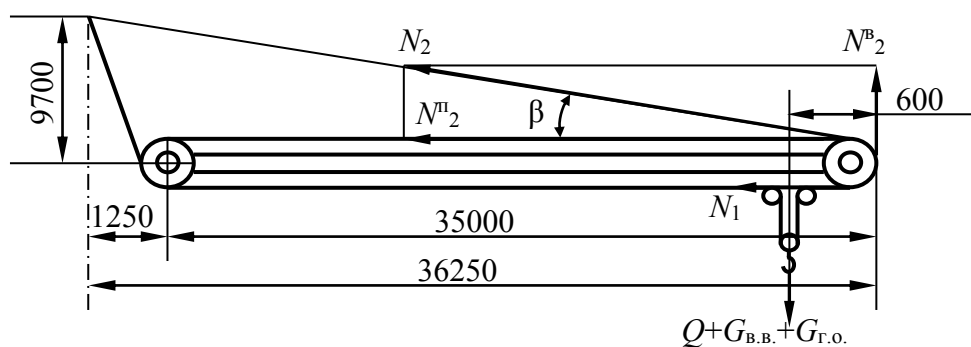


Рис. 4.2. Схема до визначення повздовжніх зусиль у вантажному канаті

4.1.3. Вертикальні навантаження

На стрілу баштового крана діють такі вертикальні навантаження:
власна сила ваги стріли, яка умовно розглядається як рівномірно розподілене навантаження з інтенсивністю:

$$q_c = \frac{G_c}{L_c} = \frac{54,23}{35} = 1,55 \text{ кН/м};$$

вертикальні зосередженні навантаження, що передаються на стрілу через вантажний візок:

- сила ваги вантажу $Q = 50 \text{ кН}$,
- сила ваги візка $G_{\text{віз}} = 8,25 \text{ кН}$,
- сила ваги гакової обойми $G_{\text{г.о.}} = 4,62 \text{ кН}$,
- вертикальна складова $N_2^B = 7,44 \text{ кН}$, яка вважається прикладеною в крайній точці оголовка стріли.

Схема розташування прикладених до стріли вертикальних навантажень зображена на рис. 4.3.

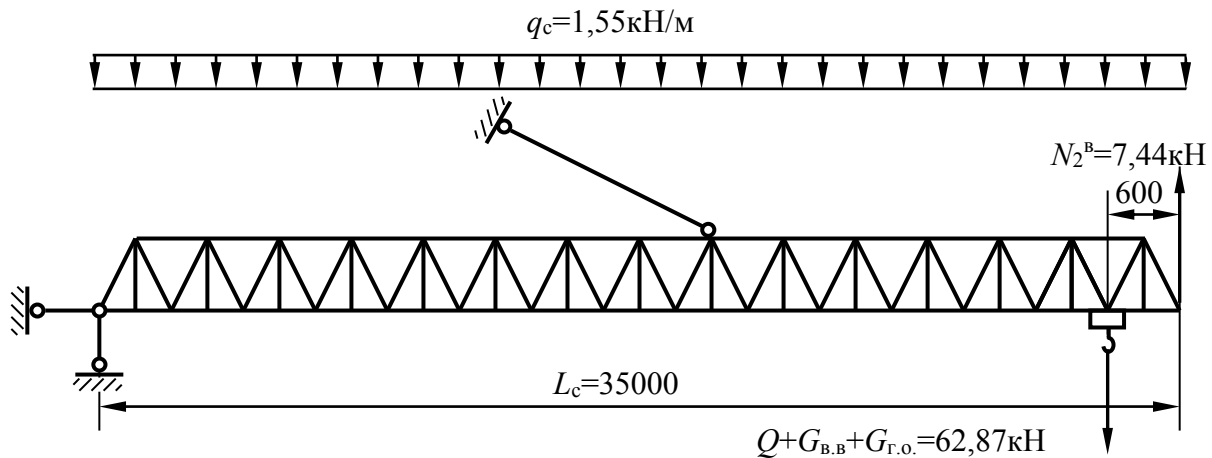


Рис. 4.3. Розрахункова схема стріли при дії вертикальних навантажень

4.1.4. Бокові (горизонтальні) навантаження

Бокові навантаження, перпендикулярні до вертикальної площини симетрії стріли, виникають внаслідок вітрового тиску і інерції стріли з вантажем під час розгону або гальмування при повороті стріли крана.

Повні вітрові навантаження на стрілу W_c визначимо за формулою:

$$W_c = p_v \cdot A_{\text{НС}},$$

де $p_B = 0,25 \text{ кН/м}^2$ – нормативний тиск вітру; $A_{\text{нс}}$ – розрахункова навітряна площа, $A_{\text{нс}} = A_k \cdot k_c$, A_k – площа контуру бокової проекції стріли, м^2 :

$$A_k = 32,5 \cdot 1,6 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 1,6 = (32,5 + 1,25) \cdot 1,6 = 54 \text{ м}^2 \quad (\text{рис. 4.1});$$

$k_c = 0,5 \div 0,7$ – коефіцієнт заповнення, приймаємо $k_c = 0,6$.

$$A_{\text{нс}} = 54 \cdot 0,6 = 32,4 \text{ м}^2.$$

Тоді:

$$W_c = 0,25 \cdot 32,4 = 8,1 \text{ кН}.$$

Вітрове навантаження на стрілу крана вважається рівномірно розподіленим з інтенсивністю:

$$w = \frac{W_c}{L_c} = \frac{8,1}{35} = 0,23 \text{ кН/м}.$$

Повне вітрове навантаження на вантаж вважаються зосередженими і прикладеними в центрі ваги вантажу:

$$W_B = p_B \cdot A_{\text{нв}},$$

де $A_{\text{н}}$ – розрахункова навітряна площа вантажу вагою $Q = 50 \text{ кН}$, знайдемо по табл. 1.1 (при необхідності з інтерполяцією):

$$A_{\text{нв}} = 7,1 \text{ м}^2.$$

Тоді:

$$W_B = 0,25 \cdot 7,1 = 1,78 \text{ кН}.$$

Інерційні навантаження, що діють на вантаж $T_{\text{ван}}$, гакову обойму $T_{\text{г.о.}}$ і візок $T_{\text{віз}}$ розглядаються як зосереджені і обчислюються за формулою, кН:

$$T = \frac{G}{g} \cdot \frac{v}{t},$$

де G – вага розглядуваного елемента; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; $t = 4 \text{ с}$ – час розгону або гальмування.

Найбільша лінійна швидкість v визначається за виразом, м/с:

$$v = \frac{\pi R n}{30},$$

де R – відстань від осі обертання крана до центра ваги елемента, яка

дорівнює для вантажу, вантажного візка і гакової обойми (рис. 4.2):
 $R = L_c + a - b = 35000 + 1250 - 600 = 35650 = 35,65$ м; для стріли:
 $R_c = L_c + a = 35000 + 1250 = 36250 = 36,25$ м; $n = 0,8$ хв⁻¹ – частота
 обертання крана.

Лінійна швидкість для вантажу, вантажного візка і гакової обойми:

$$v = \frac{3,14 \cdot 35,65 \cdot 0,8}{30} = 3,0 \text{ м/с};$$

для стріли:

$$v_c = \frac{3,14 \cdot 36,25 \cdot 0,8}{30} = 3,05 \text{ м/с}.$$

Тоді:

сили інерції, що діють на візок

$$T_{\text{віз}} = \frac{8,25 \cdot 3,0}{9,8 \cdot 4} = 0,63 \text{ кН};$$

сили інерції, що діють на вантаж

$$T_{\text{ван}} = \frac{50 \cdot 3,0}{9,8 \cdot 4} = 3,83 \text{ кН};$$

сили інерції, що діють на гакову обойму

$$T_{\text{г.о.}} = \frac{4,62 \cdot 3,0}{9,8 \cdot 4} = 0,35 \text{ кН};$$

інерційне навантаження на стрілу вважають зосередженою силою T_c ,
 прикладеною до оголовка стріли

$$T_c = \frac{G_c}{2g} \cdot \frac{v_c}{t} = \frac{54,23 \cdot 3,05}{2 \cdot 9,8 \cdot 4} = 2,11 \text{ кН}.$$

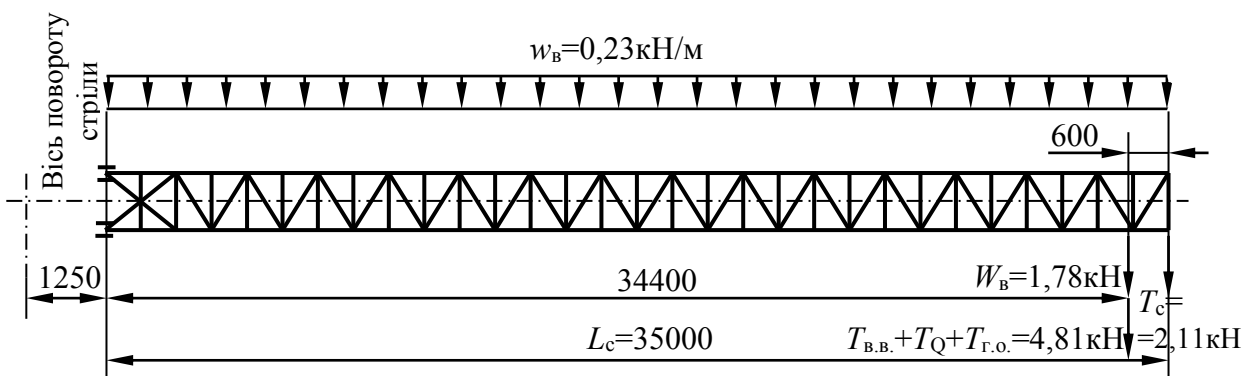
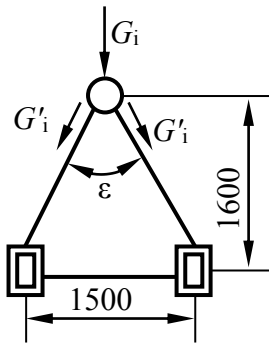


Рис. 4.4. Розрахункова схема стріли при дії горизонтальних навантажень

Розрахункова схема стріли при дії бокових (горизонтальних) навантажень зображена на рис. 4.4.

4.1.5. Визначення найбільших зусиль у стержнях стріли

Розкладання навантажень на складові. Кожна з вертикальних навантажень, що діють на стрілу, розкладається на дві складові, які лежать в площинах бокових граней (рис. 4.5):



$$G'_i = \frac{G_i}{2 \cos \frac{\varepsilon}{2}}$$

Визначимо кут ε :

$$\operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2} = \frac{750}{1600} = 0,469; \quad \frac{\varepsilon}{2} = 25,13^\circ;$$

Рис. 4.5. Схема розкладання вертикальних навантажень

$$\cos \frac{\varepsilon}{2} = 0,905.$$

Визначимо складові навантажень:

$$q'_c = \frac{q_c}{2 \cos \frac{\varepsilon}{2}} = \frac{1,55}{2 \cdot 0,905} = 0,86 \text{ кН/м};$$

$$Q' = \frac{50}{2 \cdot 0,905} = 27,62 \text{ кН};$$

$$G'_{\text{виз}} = \frac{8,25}{2 \cdot 0,905} = 4,56 \text{ кН};$$

$$G'_{\text{Г.о.}} = \frac{4,62}{2 \cdot 0,905} = 2,55 \text{ кН};$$

$$N_2^{B'} = \frac{7,44}{2 \cdot 0,905} = 4,11 \text{ кН}.$$

Горизонтальні навантаження в тригранних стрілах умовно прикладаються до єдиної горизонтальної ферми. Виникаючий при цьому крутний момент з метою спрощення розрахунків не враховується.

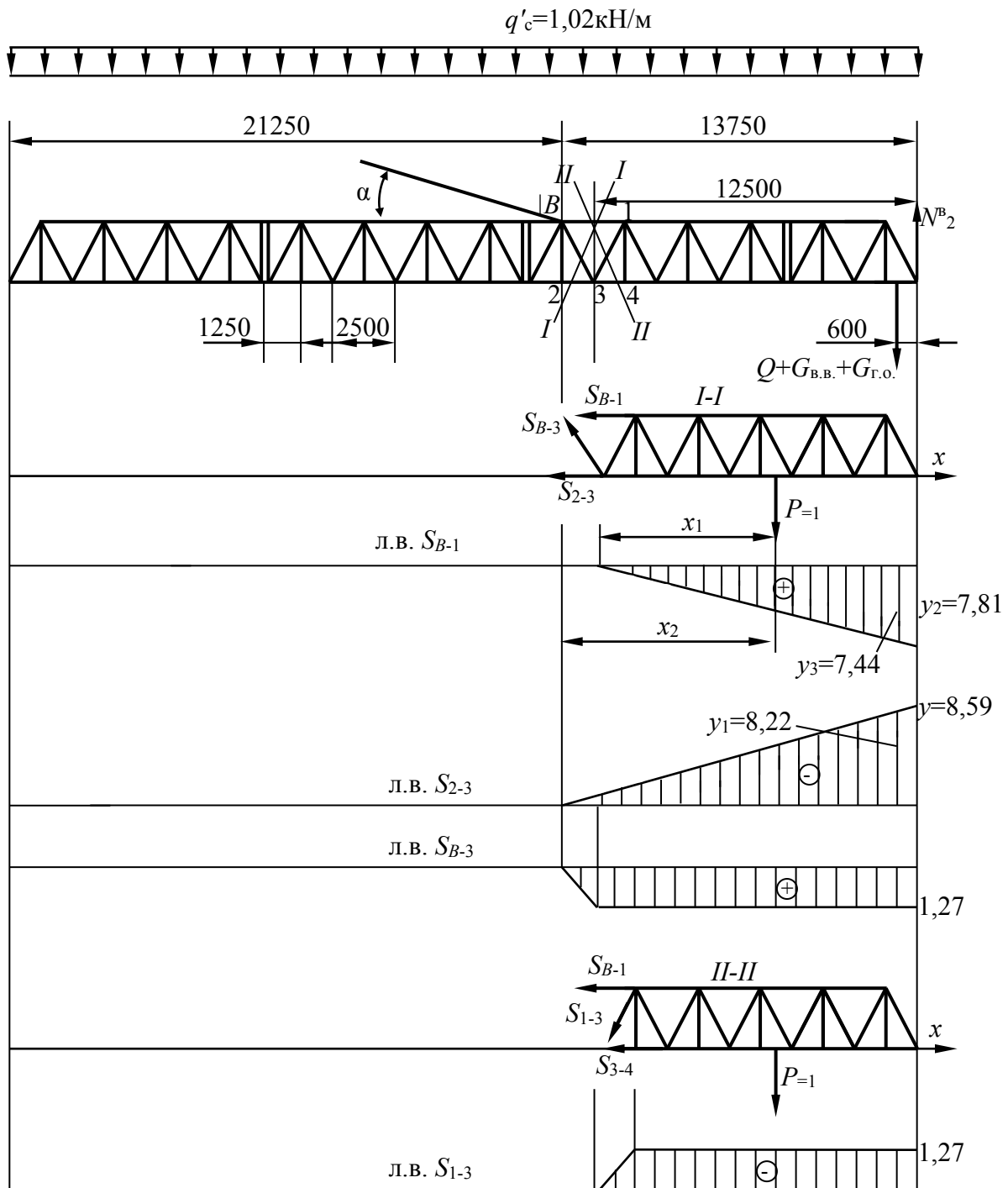


Рис. 4.6. Лінії впливу і зусиль бокової ферми стріли

4.1.6. Побудова ліній впливу зусиль у стержнях

У складі як вертикальних, так і горизонтальних навантажень є рухомі навантаження, що переміщуються вздовж стріли разом з вантажним візком. Максимальні зусилля в стержнях виникають при найбільш не вигідних положеннях візка. Для визначення величин цих зусиль в першу чергу побудуємо їх лінії впливу від дії одиничної сили, що рухається вздовж стріли (рис. 4.6, 4.7).

У зв'язку з тим, що найбільш навантажені стержні знаходяться на консольній частині стріли, то будувати лінії впливу опорних реакцій не потрібно.

При вертикальних навантаженнях найбільш навантажені стержні, які примикають до заданого вузла B (рис.4.6). Проводимо переріз $I-I$ скрізь стержні $B-1$, $B-3$ і $2-3$ та розглянемо рівновагу правої відсіченої частини ферми.

Лінія впливу S_{B1} (моментна точка 3)

сила $P_{=1}$ ліворуч від перерізу:

$$\sum M_3 = 0; \quad -S_{B1} \cdot h = 0; \quad S_{B1} = 0.$$

сила $P_{=1}$ праворуч від перерізу:

$$\sum M_3 = 0; \quad -S_{B1} \cdot h + Px_1 = 0;$$

$$S_{B1} = P \frac{x_1}{h} = \frac{x_1}{1,6}; \quad 0 \leq x_1 \leq 5 \cdot 2,5 \leq 12,5.$$

$$\text{При } x_1 = 0: \quad S_{B1} = \frac{0}{1,6} = 0;$$

$$\text{при } x_1 = 12,5: \quad S_{B1} = \frac{12,5}{1,6} = 7,81.$$

Лінія впливу S_{23} (моментна точка B)

сила $P_{=1}$ ліворуч від перерізу:

$$\sum M_B = 0; \quad S_{23} \cdot h = 0; \quad S_{23} = 0.$$

сила $P_{=1}$ праворуч від перерізу:

$$\sum M_B = 0; \quad S_{23} \cdot h + Px_2 = 0; \quad 0 \leq x_2 \leq 12,5 + 1,25 \leq 13,75 \text{ м}; \quad S_{23} = -\frac{x_2}{1,6};$$

$$\text{при } x_2 = 0 \text{ м}: \quad S_{23} = -\frac{0}{1,6} = 0;$$

$$\text{при } x_2 = 13,75 \text{ м}: \quad S_{23} = -\frac{13,75}{1,6} = -8,59.$$

Лінія впливу S_{B3} (моментна точка відсутня)

сила $P_{=1}$ ліворуч від перерізу:

$$\sum Y = 0; \quad S_{B3} \cdot \sin \alpha_p = 0; \quad S_{B3} = 0.$$

сила $P_{=1}$ праворуч перерізу:

$$\sum Y = 0; S_{B3} \cdot \sin \alpha_p - P = 0; S_{B3} = \frac{1}{\sin \alpha_p}; \operatorname{tg} \alpha_p = \frac{1,6}{1,25} = 1,28;$$

$$\operatorname{arctg} \alpha_p = 52^\circ; \sin \alpha_p = 0,788; S_{B3} = \frac{1}{0,788} = 1,27.$$

Лінія впливу S_{13} (моментна точка відсутня)

сила $P_{=1}$ ліворуч перерізу:

$$\sum Y = 0; -S_{13} \cdot \sin \alpha_p = 0; S_{13} = 0.$$

сила $P_{=1}$ праворуч перерізу:

$$\sum Y = 0; -S_{13} \cdot \sin \alpha_p - P = 0; \sin \alpha_p = 0,788; S_{13} = -\frac{1}{0,788} = -1,27.$$

Лінії впливу опорних реакцій і зусиль в горизонтальній площині ферми зображені на рис. 4.7.

Для трьохгранної стріли, як у розглядуваному випадку, достатньо визначити внутрішнє зусилля стержня горизонтальної ферми, що працює на стискання (S_{23}^{Γ}), якщо задана стріла чотирьохгранна необхідно додатково визначити внутрішнє зусилля стержня горизонтальної ферми, що працює на розтягування.

Побудуємо лінію впливу зусиль стержня S_{23}^{Γ} , який одночасно належать до горизонтальної ферми (рис. 4.7).

Лінія впливу S_{23}^{Γ} (моментна точка 1)

сила $P_{=1}$ ліворуч від перерізу:

$$\sum M_1 = 0; S_{23} \cdot 1,5 = 0; S_{23} = 0.$$

сила $P_{=1}$ праворуч від перерізу:

$$\sum M_1 = 0; S_{23} \cdot 1,5 + Px_3 = 0; 0 \leq x_3 \leq 12,5 \text{ м}; S_{23} = -\frac{x_3}{1,5};$$

$$\text{при } x_3 = 0: S_{23} = 0;$$

$$\text{при } x_3 = 12,5 \text{ м}: S_{23} = -\frac{12,5}{1,5} = -8,33.$$

Лінія впливу S_{23} зображена на рис. 4.7.

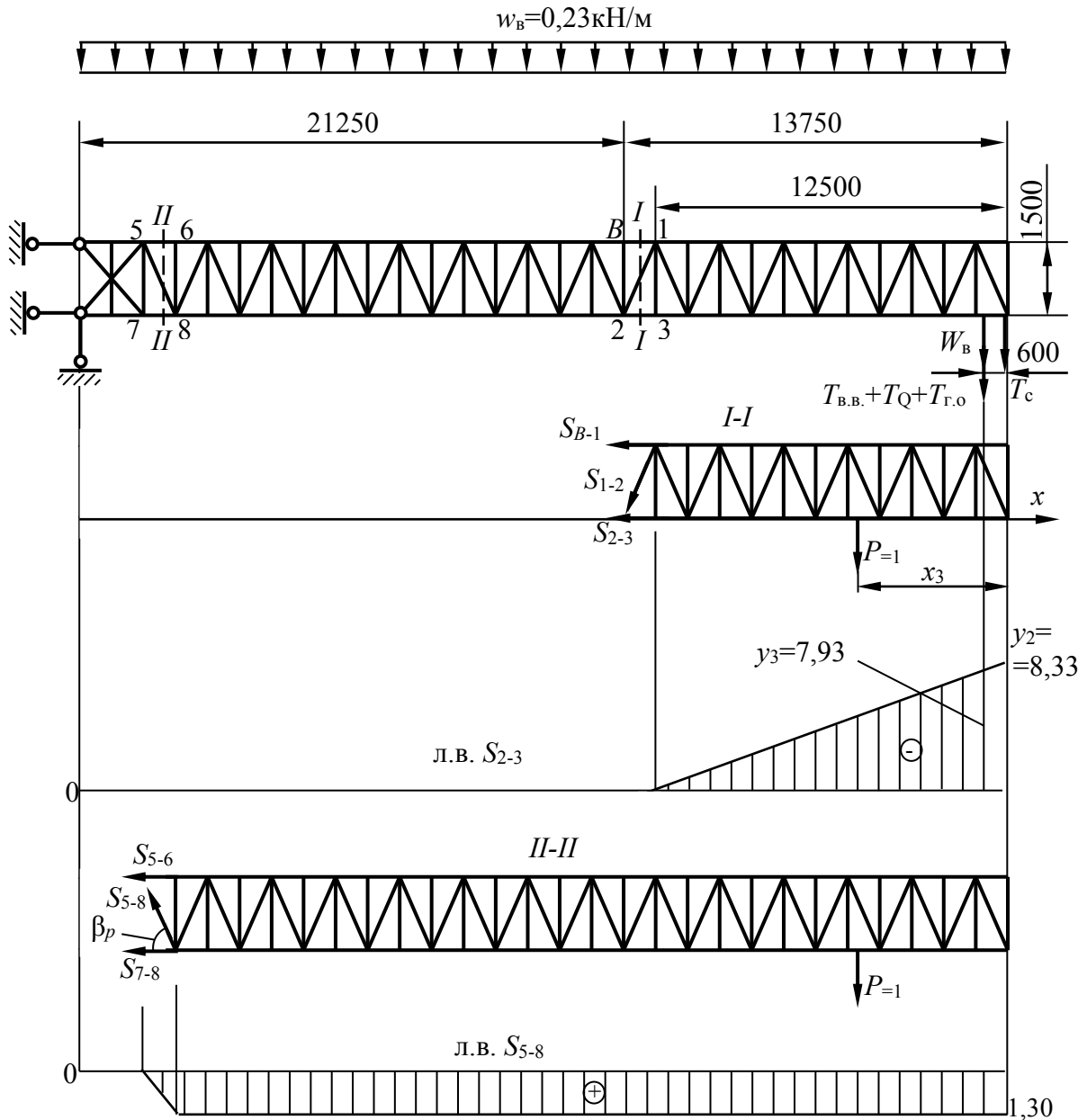


Рис. 4.7. Лінії впливу зусиль в горизонтальній площині ферми

Для розкошу горизонтальної ферми визначимо переріз II-II, для якого плече сили найбільше.

Лінія впливу S_{58} (моментна точка відсутня)

сила $P_{=1}$ ліворуч перерізу:

$$\sum Y = 0; \quad S_{58} \cdot \sin \beta_p = 0; \quad S_{58} = 0.$$

сила $P_{=1}$ праворуч перерізу:

$$\sum Y = 0; S_{58} \cdot \sin \beta_p - P = 0; S_{58} = \frac{1}{\sin \beta_p}; \operatorname{tg} \beta_p = \frac{1,5}{1,25} = 1,20;$$

$$\operatorname{arctg} \beta_p = 50^\circ 12'; \sin \alpha_p = 0,768; S_{B3} = \frac{1}{0,768} = 1,30.$$

Лінія впливу S_{58} зображена на рис. 4.7.

Визначимо по лініям впливу максимальні зусилля в розглянутих стержнях.

Зусилля в поясах стріли.

Повне зусилля S_{23} у стержні пояса, спільного для бокової і горизонтальної ферм, складається із зусиль зумовлених відповідно вертикальними, горизонтальними і поздовжніми навантаженнями:

$$S_{23} = S_{23}^B + S_{23}^G + S_{23}^P.$$

Вертикальне зусилля S_{23}^B визначимо за допомогою лінії впливу S_{23}^B (рис. 4.6) за формулою (1.19):

$$\begin{aligned} S_{23}^B &= (Q' + G'_{\text{віз}} + G'_{\text{г.о.}}) \cdot y_1 + N_2^B \cdot y + q' \cdot \omega_{\text{л.в.}} = \\ &= -(27,62 + 4,56 + 2,55) \cdot 8,22 + 4,11 \cdot 8,59 - 0,86 \cdot \frac{8,59}{2} \cdot 13,75 = \\ &= -371,57 \text{ кН (стискання)}. \end{aligned}$$

Горизонтальне зусилля S_{23}^G визначимо з допомогою лінії впливу в горизонтальній грані (рис. 4.7). Положення вантажного візка таке саме, як і при визначенні S_{23}^B :

$$\begin{aligned} S_{23}^G &= (T_{\text{ван}} + T_{\text{віз}} + T_{\text{г.о.}} + W_B) \cdot y_3 + T_c \cdot y_2 + w_B \cdot \omega_{\text{л.в.}} = \\ &= -(3,83 + 0,63 + 0,35) \cdot 7,93 - 2,11 \cdot 8,33 - 0,23 \cdot 0,5 \cdot 8,33 \cdot 12,5 = \\ &= -67,69 \text{ кН (стискання)}. \end{aligned}$$

Поздовжнє зусилля S_{23}^P визначимо за формулою:

$$\begin{aligned} S_{23}^P &= -\frac{1}{2} (N_1 + N_2 \cdot \cos \beta) = -\frac{1}{2} (28,15 + 28,72 \cdot 0,965) = \\ &= -27,93 \text{ кН (стискання)}. \end{aligned}$$

Остаточнo:

$$S_{23} = -371,57 - 67,69 - 27,93 = -467,19 \text{ кН.}$$

Зусилля в одиничному поясі S_{B1} стріли визначається

$$S_{B1} = 2S_{B1}^B + S_{B1}^П.$$

Зусилля S_{B1}^B визначимо за допомогою лінії впливу S_{B1} в боковій грані (рис. 4.6):

$$\begin{aligned} S_{B1}^B &= (Q' + G'_{\text{Віз}} + G'_{\text{Г.о.}}) \cdot y_3 + N_2^B \cdot y_2 + q' \cdot \omega_{\text{Л.В.}} = \\ &= (27,62 + 4,56 + 2,55) \cdot 7,44 - 4,11 \cdot 7,81 + 0,86 \cdot \frac{7,81}{2} \cdot 12,5 = \\ &= 303,0 \text{ кН (розтягання)}. \end{aligned}$$

$S_{B1}^П = 0$, так як обвідний блок знаходиться тільки на нижньому поясі.
Остаточню:

$$S_{B1} = 2 \cdot 303,0 + 0 = 606,0 \text{ кН (розтягання)}.$$

Зусилля в елементах решітки бокових граней стріли.

Зусилля в розкосі S_{B3} визначимо за допомогою лінії впливу S_{B3} (рис. 4.6):

$$\begin{aligned} S_{B3} &= (Q' + G'_{\text{Віз}} + G'_{\text{Г.о.}}) \cdot y_3 + N_2^B \cdot y_2 + q' \cdot \omega_{\text{Л.В.}} = \\ &= (27,62 + 4,56 + 2,55) \cdot 1,27 - 4,11 \cdot 1,27 + 0,86 \cdot 0,5 \cdot 1,27 \cdot 13,75 = \\ &= 46,40 \text{ кН (розтягання)}. \end{aligned}$$

Зусилля в розкосі S_{13} визначимо за допомогою лінії впливу S_{13} (рис. 4.6):

$$\begin{aligned} S_{13} &= (Q' + G'_{\text{Віз}} + G'_{\text{Г.о.}}) \cdot y_3 + N_2^B \cdot y_2 + q' \cdot \omega_{\text{Л.В.}} = \\ &= -(27,62 + 4,56 + 2,55) \cdot 1,27 + 4,11 \cdot 1,27 - 0,86 \cdot 0,5 \cdot 1,27 \cdot 12,5 = \\ &= -45,71 \text{ кН (стискання)}. \end{aligned}$$

4.1.7. Підбір площ перерізів стержнів і перевірка напружень

Верхній пояс. Площу перерізу визначаємо згідно з формулою:

$$A_{B1} \geq \frac{S_{\text{роз}}}{mR} = \frac{S_{B1}}{mR},$$

де $m = 1$ – коефіцієнт умов роботи для труб; $R = 210 \text{ МПа} = 21 \text{ кН/см}^2$ – розрахунковий опір матеріалу для сталі 20.

$$A_{B1} = \frac{606,0}{1 \cdot 21} = 28,857 \text{ см}^2.$$

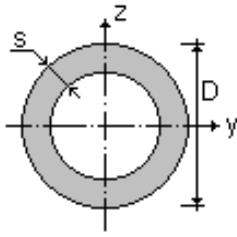


Рис. 4.8. Поперечний переріз труби

Вибираємо з таблиці сортаменту прокатних сталей (додаток 10) “Труба кругла” (Каталог ОТУА) за найближчою більшою площею перерізу трубу (рис. 4.8): зовнішній діаметр $D_3 = 193,7 \text{ мм}$, товщина стінки $S = 5 \text{ мм}$, площа перерізу $A = 29,6 \text{ см}^2$, радіус інерції $i_y = i_z = 6,67 \text{ см}$.

Нижній пояс. Найбільше стискальне зусилля $S_{ст}$ в елементах даної групи дорівнює:

$$S_{ст} = S_{23} = -467,19 \text{ кН}.$$

Необхідна площа перерізу:

$$A_{23} \geq \frac{[S_{ст}]}{\varphi \cdot m \cdot R},$$

де φ – коефіцієнт поздовжнього згину (попередньо береться для поясів $0,7 \div 0,8$); $m = 1,0$ – коефіцієнт умов роботи (для труб); $R = 21 \text{ кН/см}^2$.

$$A_{23} \geq \frac{467,19}{0,7 \cdot 1 \cdot 21} = 31,78 \text{ см}^2.$$

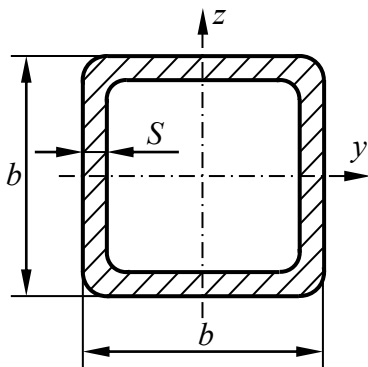


Рис. 4.9. Поперечний переріз нижнього поясу

Вибираємо із таблиць сортаменту (додаток 11) (за найближчою більшою площею перерізу) трубу квадратного перерізу $110 \times 9 \text{ мм}$ (рис. 4.9), для якої: $A = 34,97 \text{ см}^2$, $I_y = I_z = 583,63 \text{ см}^4$.

Для вибраного перерізу проводимо перевірку напружень σ за формулою:

$$\sigma \leq \frac{|S_{ст}|}{\varphi \cdot A} \leq m \cdot R.$$

Гнучкість стержня:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{r_{\min}},$$

де μ – коефіцієнт зведення довжини (для поясів стріли $\mu = 1$); l – геометрична довжина стержня ($l = 1,25$ м), що визначається, як відстань між центрами вузлів; r_{\min} – мінімальний радіус інерції перерізу:

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}, \quad r_{\min} = r_z, \quad I_{\min} = I_z.$$

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{583,63}{34,97}} = 4,09 \text{ см.}$$

Гнучкість пояса:

$$\lambda = \frac{1 \cdot 125}{4,09} = 30,56.$$

По таблиці коефіцієнтів поздовжнього згину φ знайдемо інтерполяцію:

$$\varphi = 0,95 - \frac{0,95 - 0,92}{10} \cdot (30,56 - 30) = 0,95.$$

Напруження:

$$\sigma = \frac{467,19}{0,95 \cdot 34,97} = 14,06 \text{ кН/см}^2 < mR = 1 \cdot 21 \text{ кН/см}^2.$$

Умова перевірки виконується.

Якщо нижній пояс буде виконаний з одиничного рівнополичного кутика (див. рис. 4.10) у цьому випадку вибираємо із таблиць сортаменту [8] “Кутик рівнополичний” по ДСТУ 2251:2018 за найближчою більшою площею перерізу рівнобічний кутик 140x140x13 для якого $A = 35,07 \text{ см}^2$; $I_{\min} = I_{y_0} = 266,05 \text{ см}^4$; $i_{\min} = 2,76 \text{ см.}$ (додаток 9).

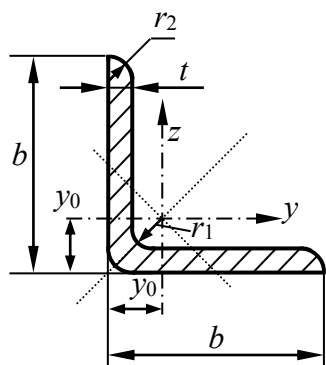


Рис. 4.10. Переріз рівнобічного кутика

Для вибраного перерізу проводимо перевірку напружень σ за формулою:

$$\sigma \leq \frac{|S_{\text{ст}}|}{\varphi \cdot A} \leq m \cdot R.$$

Гнучкість стержня:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{r_{\min}},$$

де μ – коефіцієнт зведення довжини (для поясів стріли $\mu = 1$); l – геометрична

довжина стержня ($l = 1,25 \text{ м} = 125 \text{ см}$), що визначається, як відстань між центрами вузлів; r_{\min} – мінімальний радіус інерції перерізу: $r_{\min} = i_v$, см.

У цьому випадку гнучкість поясу:

$$\lambda = \frac{1 \cdot 125}{2,76} = 45,29.$$

За таблицею коефіцієнтів поздовжнього згину (табл. 2.1) визначимо значення φ із застосуванням інтерполяції:

$$\varphi = 0,92 - \frac{0,92 - 0,89}{10} \cdot (45,29 - 40) = 0,904.$$

Напруження:

$$\sigma = \frac{467,19}{0,904 \cdot 35,07} = 14,76 \text{ кН/см}^2 \leq mR = 0,75 \cdot 21 = 15,75 \text{ кН/см}^2$$

Умова перевірки виконується.

Розкоси бокових і горизонтальних ферм.

Розкос підбираємо за найбільшим стискальним зусиллям. Найбільше стискальне зусилля є у боковій грані $S_{13} = -45,71 \text{ кН}$.

Необхідна площа перерізу:

$$A \geq \frac{|S_{13}|}{\varphi \cdot m \cdot R}.$$

Приймаємо: $\varphi = 0,5$; $\mu = 1,0$ (для труб), $R = 21 \text{ кН/см}^2$.

Тоді:

$$A \geq \frac{45,71}{0,5 \cdot 21 \cdot 1} = 4,35 \text{ см}^2.$$

Із сортаменту (каталог ОТУА) приймаємо трубу: $D_3 = 40,0 \text{ мм}$, $S = 4 \text{ мм}$, $A = 4,50 \text{ см}^2$, $I_y = I_z = 7,4 \text{ см}^4$, $i = 1,28 \text{ см}$. (додаток 10).

Усі розкоси і стійки бокової і горизонтальної ферм виготовляємо однаковими.

Перевіримо напруження:

$$\sigma = \frac{|S_{ст}|}{\varphi \cdot A} \leq m \cdot R.$$

Знайдемо погонні жорсткості поясу i_n і розкоса i_p , $I_n \min = I_{ny}$,

$$I_{p \min} = I_{py} :$$

$$i_{\Pi} = \frac{I_{\Pi \min}}{l_{\Pi}} = \frac{583,63}{125} = 4,67 ;$$

$$i_p = \frac{I_{p \min}}{l_p} = \frac{7,4}{203} = 0,036 ,$$

де довжина розкоса $l_p = \sqrt{1,25^2 + 1,6^2} = 2,03 \text{ м} = 203 \text{ см} .$

Коефіцієнт k_1 :

$$k_1 = \frac{i_{\Pi}}{i_p} = \frac{4,67}{0,036} = 129,7 > 2 .$$

Відношення:

$$\frac{l_p}{r_{\min}} = \frac{203}{1,28} = 158,59 .$$

Значення μ для розкоса знайдемо за табл. 2.2:

$$\mu = 0,7 , \text{ так як } 158,59 < 160 , k_1 \geq 2 .$$

Гнучкість розкоса:

$$\lambda = \frac{\mu l}{r_{\min}} = \frac{0,7 \cdot 203}{1,28} = 111,02 .$$

Коефіцієнт поздовжнього згину φ (табл. 2.1) із застосуванням інтерполяції:

$$\varphi = 0,52 - \frac{0,52 - 0,45}{10} \cdot (111,02 - 110) = 0,513 .$$

Напруження:

$$\sigma = \frac{45,71}{0,513 \cdot 4,5} = 19,8 \text{ кН/см}^2 < m \cdot R = 1 \cdot 21 \text{ кН/см}^2 .$$

Умова перевірки виконується.

4.1.8. Конструювання і розрахунок заданого вузла стріли

Розрахунок вузлів зводиться до обчислення на міцність зварних швів, що кріплять елементи решітки до верхнього пояса.

Визначимо необхідний катет шва за формулою (8.77) підручника [1]:

$$k_{\text{ш}} = \frac{S_p}{\beta \cdot l_{\text{ш}} \cdot R_{\text{к}}^{\text{ЗВ}}},$$

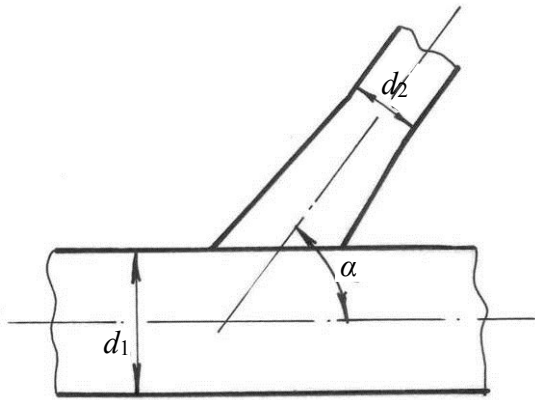


Рис. 4.11. З'єднання трубчастих елементів

де S_p – зусилля в привареному стержні; β – коефіцієнт форми шва, що залежить від технології зварювання ($\beta = 0,7$ при ручному і $1,0$ при автоматичному зварюванні); $R_{\text{к}}^{\text{ЗВ}}$ – розрахунковий опір кутового шва (приймаємо $R_{\text{к}}^{\text{ЗВ}} = 15 \text{ кН/см}^2$); $l_{\text{ш}}$ – довжина шва, яка при обтиску кінців трубчастих елементів решітки в осьовій площині пояса (рис. 4.11) визначається формулою (8.80)

підручника [1]:

$$l_{\text{ш}} = \frac{\pi d_2}{\sin \alpha}.$$

У нашому випадку $d_2 = 42,4 \text{ мм}$, $\alpha = 52^\circ$, $\sin \alpha = 0,788$. Тоді:

$$l_{\text{ш}} = \frac{3,14 \cdot 42,4}{0,788} = 161,2 \text{ мм} = 16,1 \text{ см}.$$

Стержень ВЗ:

$$S_p = S_{\text{ВЗ}} = 46,40 \text{ кН}; \beta = 0,7.$$

Катет шва:

$$k_{\text{ш}} = \frac{46,40}{0,7 \cdot 16,1 \cdot 15} = 0,24 \text{ см}.$$

Приймаємо $k_{\text{ш}} = 0,3 \text{ см}$.

У зв'язку з тим, що стояки за поперечним перерізом виготовляються однаковими як розкоси, для стояків також приймаємо катет шва $k_{\text{ш}} = 0,3 \text{ см}$.

Контрольні питання до розділу

1. Чим відрізняються статично невизначні плоскі системи від статично невизначених?
2. Визначення ступені статичної невизначеності системи методом сил.
3. Визначення кількості основних невідомих системи методом переміщень.
4. Утворення основної системи методом сил.
5. Утворення основної системи методом переміщень.
6. Система канонічних рівнянь при розрахунку статично невизначної системи методом сил.
7. Система канонічних рівнянь при розрахунку статично невизначної системи методом переміщень.
8. Основні принципи розрахунку статично невизначеної системи методом переміщень.
9. Порівняння методу сил і методу переміщень.
10. Область раціонального застосування метода сил та метода переміщень.
11. Суть мішаного методу розрахунку статично невизначених систем.
12. Визначити ступінь статичної невизначеності статично невизначної системи методом сил для наведеного прикладу.
13. Визначити кількість основних невідомих методом переміщень для наведеного прикладу.
14. Визначити кількість невідомих статично невизначної системи мішаного метода для наведеного прикладу.
15. Утворити основну систему при розрахунку методом сил для наведеного прикладу.
16. Утворити основну систему при розрахунку методом переміщень для наведеного прикладу.
17. Утворити основну систему при розрахунку мішаним методом.
18. Застосування правила Верещагіна для визначення переміщень методом сил.
19. Застосування формули Сімпсона-Корноухова для визначення переміщень методом сил.
20. Класифікація навантажень, що діють на металеві конструкції машин.
21. Розрахункові сполучення навантажень, що діють на металеві конструкції.
22. Метод допустимих напружень.

23. Метод граничних станів.
24. Визначення зусиль в елементах ферм будівельних машин при дії нерухомих навантажень за допомогою метода наскрізного перерізу.
25. Визначення зусиль в елементах ферм будівельних машин при дії нерухомих навантажень за допомогою метода вирізування вузлів.
26. Розрахунок ферм будівельних машин при рухомих навантаженнях.
27. Суть ліній впливу. Лінії впливу у жорстких балках.
28. Побудова ліній впливу зусиль у стержнях плоскої ферми, які розташовані між опорами.
29. Побудова ліній впливу зусиль у стержнях плоскої ферми, які розташовані на консольній ділянці балки.
30. Визначення зусиль в елементах конструкції за допомогою ліній впливу при складному навантаженні.
31. Конструкції кранових стріл.
32. Навантаження, що діють на стрілу у вертикальній площині (перелічити).
33. Навантаження, що діють на стрілу в горизонтальній площині.
34. Визначення зусиль у стержнях кранових стріл методом розкладу на плоскі ферми.
35. Конструкції і розрахунок вузлів кранових стріл.
36. Конструкції оголовків стріл кранів.
37. Конструкції елементів з'єднання секцій стріли крана.
38. Гнучкість стояків.
39. Розрахунок центрально розтягнутих та центрально стиснутих елементів стріли.
40. Розрахунок позацентрово стиснутих і стиснуто зігнутих стояків.
41. Розрахунок поясних швів ферми.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування металоконструкцій будівельних машин: підручник / Горбатюк Є.В., Волянюк В.О., Терентьев О.О., Свідерський А.Т. – Київ: КНУБА, 2021. – 276 с.
2. Власов В.В. Будівельна механіка і металеві конструкції: навч. посіб. – Київ: Міністерство освіти і науки України, 1994. – 200 с.
3. Пелевін Л.Є., Шемет І.О., Волянюк В.О. Проектування конструкцій будівельних машин: навч. посіб. – Київ: КНУБА, 2009. – 168 с.
4. Горбатюк Є.В., Волянюк В.О., Шемет І.О. Проектування конструкцій будівельних машин: методичні вказівки та завдання до практичних занять. – Київ, КНУБА, 2008. – 104 с.
5. Будівельна механіка металевих конструкцій дорожньо-будівельних, підйомних і транспортних машин: підручник / Шевченко В.Д., Піскунов В.Г., Федоренко Ю.М., Присяжнюк В.К. – Київ: Вища школа, 2004. - 438 с.
6. Пелевін Л.Є., Волянюк В.О., Горбатюк Є.В. Проектування конструкцій будівельних машин: конспект лекцій. – Київ: КНУБА, 2016. – 92 с.
7. ДСТУ ISO 4302:2017 Крани вантажопідйомні. Розрахунок вітрових навантажень (ISO 4302:2016, IDT). [Чинний від 2017-10-01]. – Київ, ДП “УкрНДНЦ”, 2017. (Інформація та документація).
8. ДСТУ 2251:2018 Кутики сталеві гарячекатані рівнополичні. Сортамент. [Чинний від 2019-01-01]. УкрДНТЦ “Енергосталь”, 2018. (Інформація та документація).
9. ДСТУ 8769:2018 Кутики сталеві гарячекатані нерівнополичні. Сортамент. [Чинний від 2019-01-01]. – Київ, УкрДНТЦ “Енергосталь”, 2018. (Інформація та документація).
10. ДСТУ 8938:2019 Труби сталеві безшовні гарячедеформовані. Технічні умови. [Чинний від 2021-01-01]. – Київ: Технічний комітет стандартизації “Труби сталеві та балони”, 2019. (Інформація та документація).
11. ДСТУ 8940:2019 Труби сталеві профільні. Технічні умови. [Чинний від 2021-01-01]. – Київ, Технічний комітет стандартизації “Труби сталеві та балони”, 2019. (Інформація та документація).
12. ДСТУ 3436-96 Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент (ГОСТ 8240-97). [Чинний від 1999-01-01]. Український науково-дослідний інститут металів “УкрНДІМет”, 1996. (Інформація та документація).

13.ДСТУ 8768:2018 Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент. [Чинний від 2019-01-01]. УкрДНТЦ “Енергосталь”, 2018. (Інформація та документація).

14.<http://www.scadsoft.com>. Каталог: ОТUA. Тип: Труба кругла.

15.ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. [Чинний від 2015-01-01]. – Київ, Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського (УкрНДІпроектстальконструкція), 2014. (Інформація та документація).

16.ДСТУ 2651:2005 Сталь вуглецева звичайної якості. Марки (ГОСТ 380-2005). [Чинний від 2009-09-01]. Київ, Український науково-дослідний інститут металів “УкрНДІМет”. 2006. (Інформація та документація).

17.ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови. [Чинний від 2009-09-01]. – Київ, ДП “УкрНДНЦ”, 2009. (Інформація та документація).

18.ДСТУ 7809:2015 Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. – Київ, ДП “УкрНДНЦ”, 2016. (Інформація та документація).

19.ДСТУ 8540:2015 Прокат листовий гарячекатаний. Сортамент. [Чинний від 2016-07-01]. – Київ, УкрДНТЦ “Енергосталь”, 2016. (Інформація та документація).

20.ДСТУ EN ISO 9692-1:2014 Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготування зварних з’єднань. Частина 1. Ручне дугове зварювання, зварювання в захисному газі, газове зварювання, ТIG-зварювання та променеве зварювання сталей (EN ISO 9692-1:2013, IDT). [Чинний від 2015-07-01]. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2015. (Інформація та документація).

21.ДСТУ Б В.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення. [Чинний від 2015-07-01]. – Київ, Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського (УкрНДІпроектстальконструкція), 2015. (Інформація та документація).

22.ДСТУ Б В.2.6-200:2014 Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу. [Чинний від 2015-07-01]. – Київ, Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського (УкрНДІпроектстальконструкція), 2015. (Інформація та документація).

Додаток 1

Зразок титульного аркуша
пояснювальної записки

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Кафедра будівельних машин

КУРСОВА РОБОТА

з Проектування металоконструкцій будівельних машин
(назва дисципліни)

на тему: Проектування стріли баштового крана

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»

(прізвище та ініціали)
Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

(підпис) _____ (прізвище та ініціали)

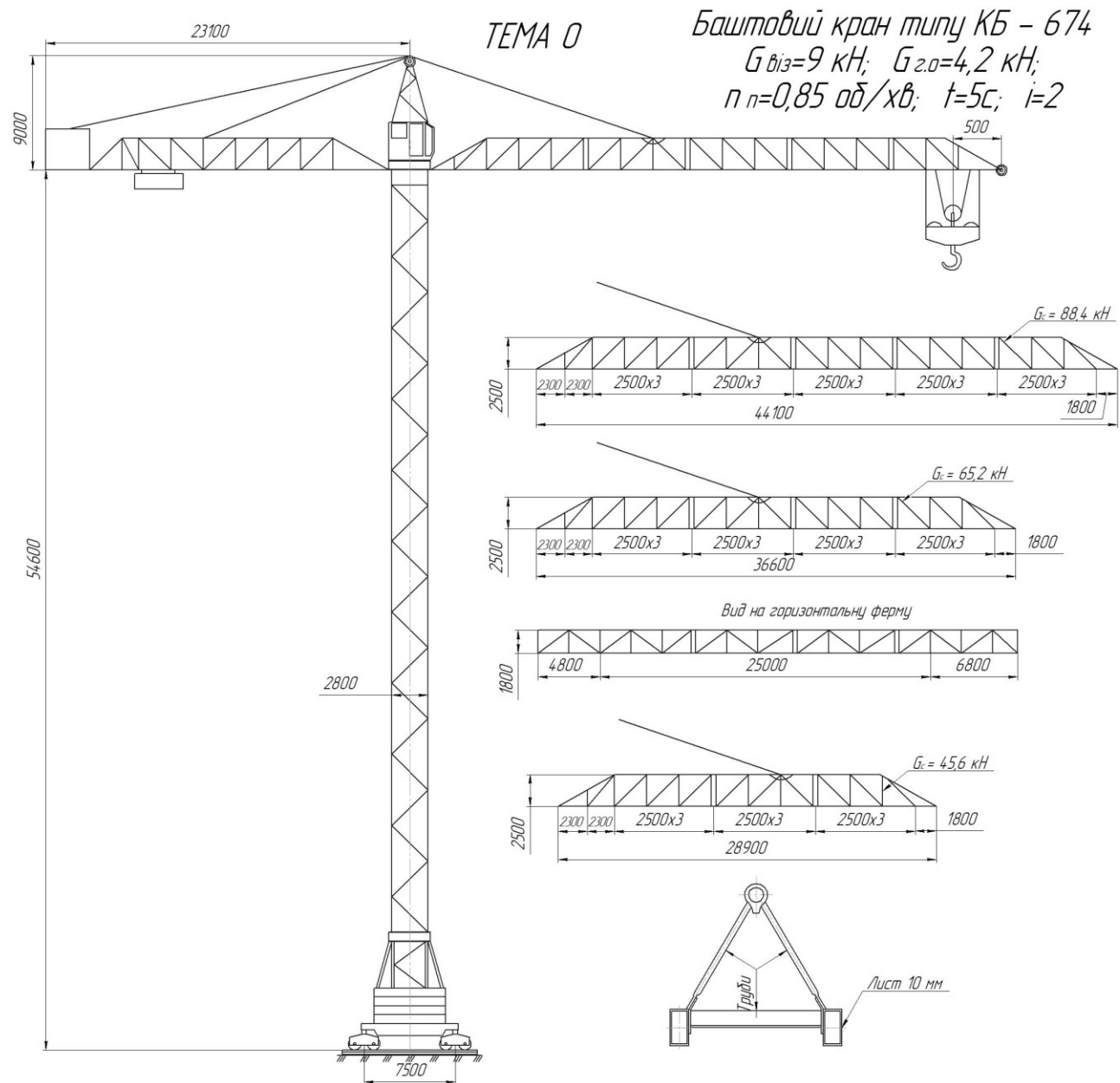
(підпис) _____ (прізвище та ініціали)

(підпис) _____ (прізвище та ініціали)

м. Київ - 20__ рік

Вихідні дані для розрахунку і проектування стріли
баштового крана (вантажопідйомність Q , кН, довжина стріли L , м)

Номер теми		Номер варіанта (передостання цифра шифру)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Остання цифра шифру	0 (КБ-674)	$Q=100$ $L=29,1$	$Q=90$ $L=29,1$	$Q=80$ $L=29,1$	$Q=70$ $L=29,1$	$Q=60$ $L=36,6$	$Q=50$ $L=36,6$	$Q=40$ $L=36,6$	$Q=60$ $L=44,1$	$Q=50$ $L=44,1$	$Q=40$ $L=44,1$
	1 (КБК-100.1)	$Q=60$ $L=18,8$	$Q=55$ $L=18,8$	$Q=50$ $L=18,8$	$Q=80$ $L=13,8$	$Q=70$ $L=13,8$	$Q=60$ $L=13,8$	$Q=50$ $L=13,8$	$Q=50$ $L=23,8$	$Q=40$ $L=23,8$	$Q=35$ $L=23,8$
	2 (КБ-573)	$Q=40$ $L=45,0$	$Q=60$ $L=45,0$	$Q=50$ $L=45,0$	$Q=50$ $L=40,0$	$Q=40$ $L=40,0$	$Q=60$ $L=40,0$	$Q=65$ $L=40,0$	$Q=70$ $L=30,0$	$Q=60$ $L=30,0$	$Q=50$ $L=30,0$
	3 (БКСМ-5-5)	$Q=45$ $L=21,6$	$Q=40$ $L=21,6$	$Q=50$ $L=21,6$	$Q=30$ $L=26,8$	$Q=40$ $L=26,8$	$Q=50$ $L=26,8$	$Q=30$ $L=26,8$	$Q=60$ $L=16,4$	$Q=55$ $L=16,4$	$Q=50$ $L=16,4$
	4 (КБ-503)	$Q=100$ $L=35,0$	$Q=85$ $L=35,0$	$Q=75$ $L=35,0$	$Q=65$ $L=40,0$	$Q=50$ $L=40,0$	$Q=60$ $L=40,0$	$Q=55$ $L=40,0$	$Q=40$ $L=45,0$	$Q=45$ $L=45,0$	$Q=35$ $L=45,0$
	5 (МСК-250)	$Q=200$ $L=20,0$	$Q=180$ $L=20,0$	$Q=160$ $L=20,0$	$Q=200$ $L=16,0$	$Q=180$ $L=16,0$	$Q=150$ $L=16,0$	$Q=130$ $L=24,0$	$Q=120$ $L=24,0$	$Q=110$ $L=24,0$	$Q=100$ $L=24,0$



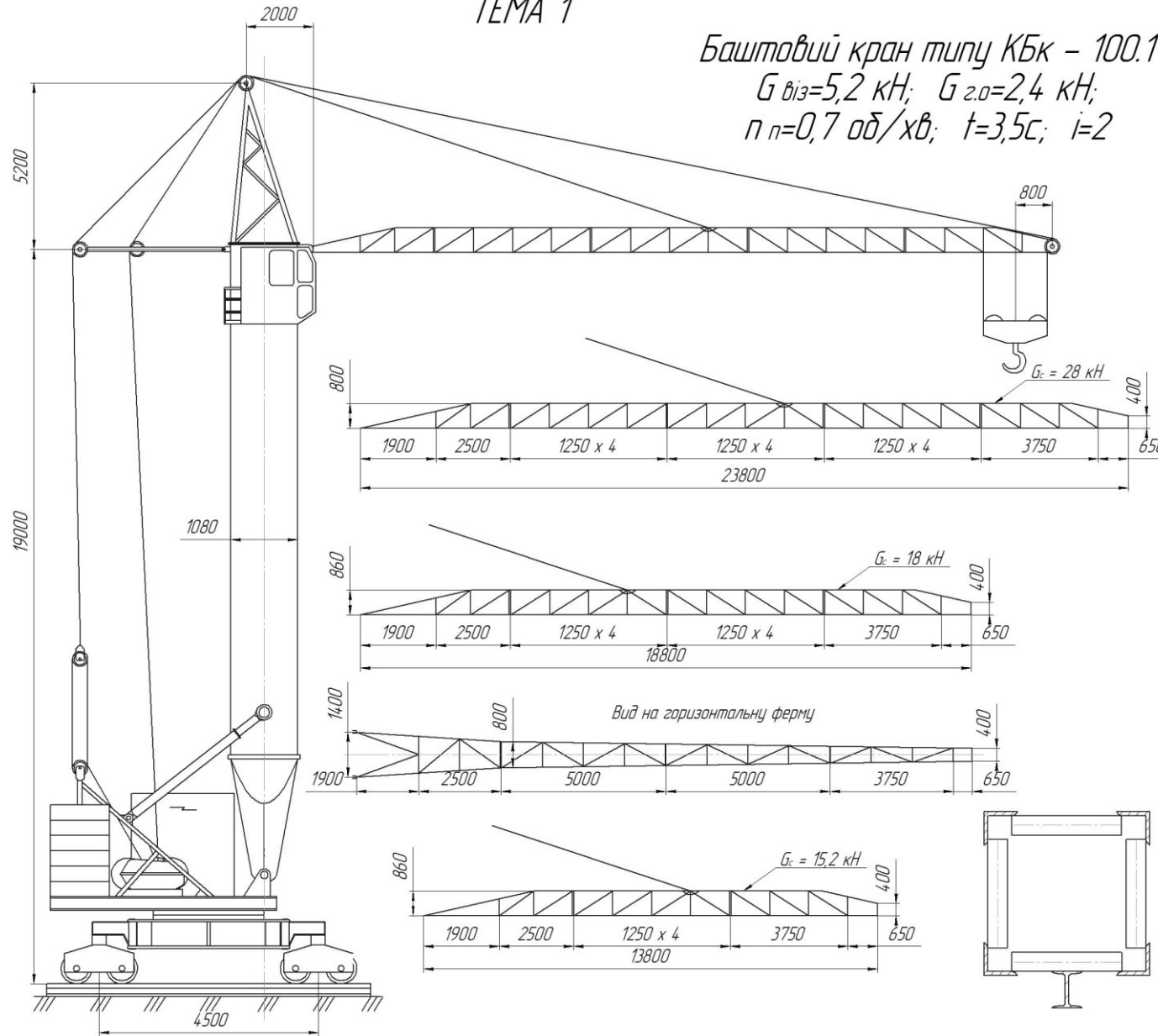
ТЕМА 1

Баштовий кран типу КБк - 100.1

$G_{виз} = 5,2 \text{ кН}$; $G_{2.0} = 2,4 \text{ кН}$;

$n = 0,7 \text{ од/хв}$; $t = 3,5 \text{ с}$; $i = 2$

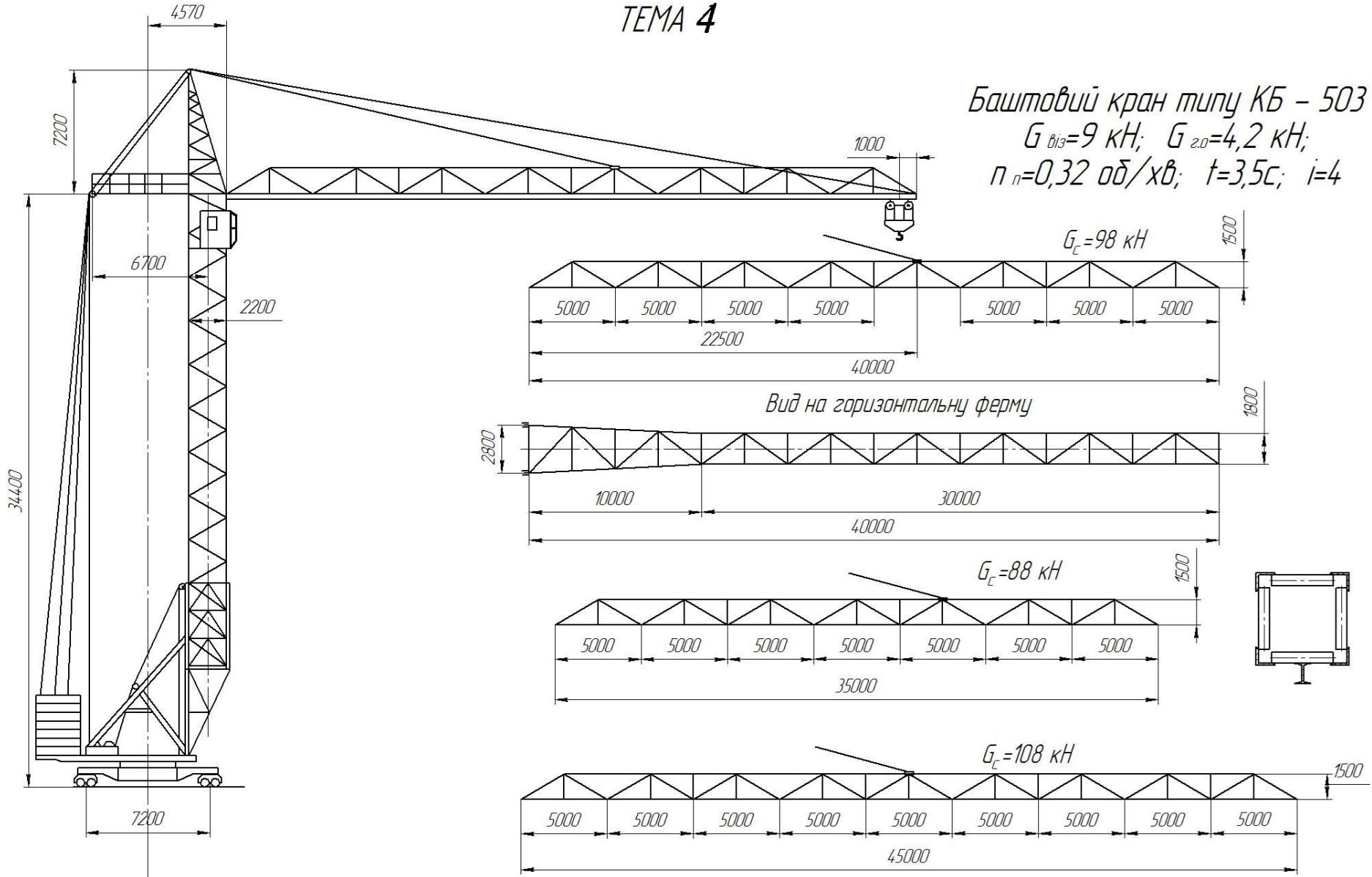
69



ТЕМА 4

Баштовий кран типу КБ - 503
 $G_{виз} = 9 \text{ кН}$; $G_{2,0} = 4,2 \text{ кН}$;
 $n = 0,32 \text{ од/хв}$; $t = 3,5 \text{ с}$; $i = 4$

62



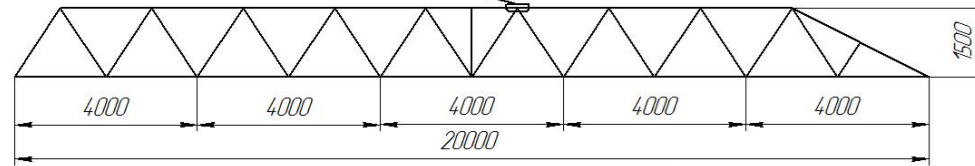
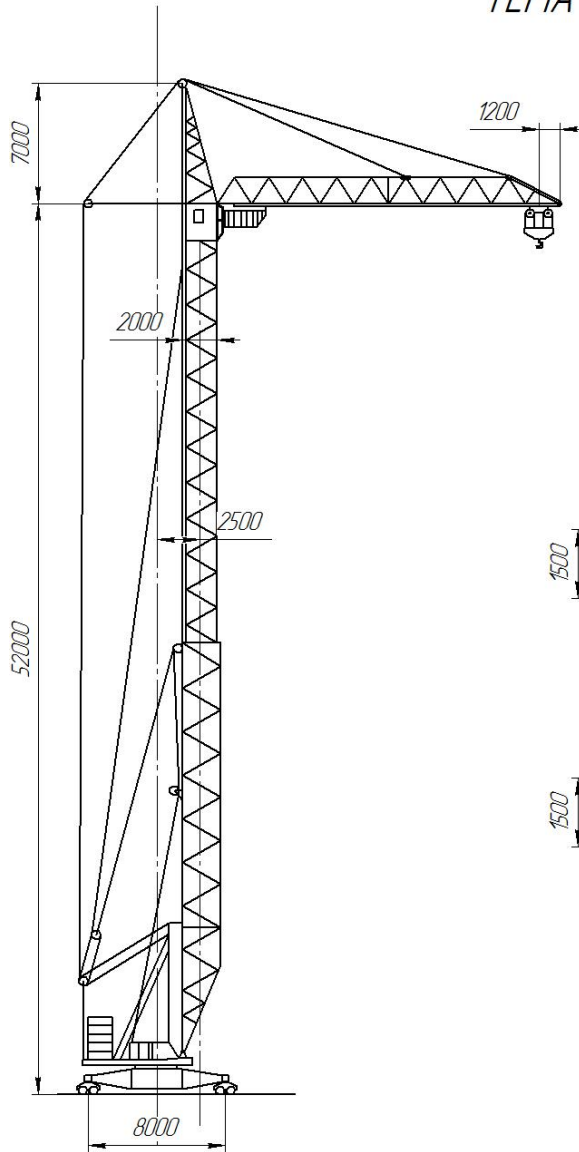
ТЕМА 5

Баштовий кран типу МСК - 250

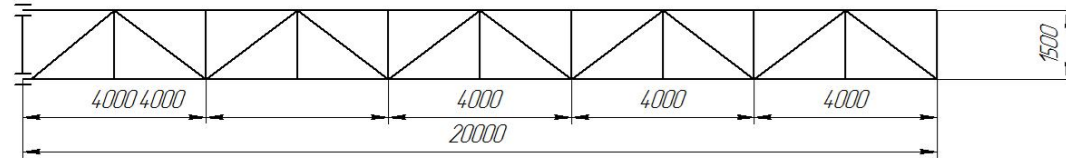
$G_{\text{в.г}}=10 \text{ кН}; G_{\text{з.п}}=8 \text{ кН};$

$n=0,6 \text{ од/хв}; t=4\text{с}; i=2$

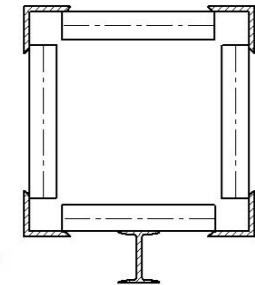
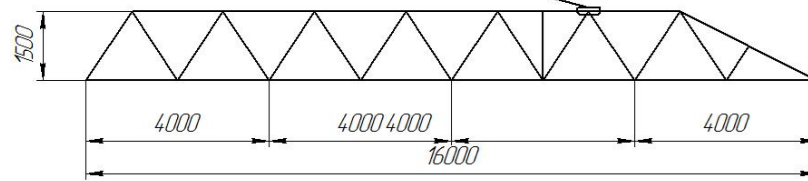
$G_c=44 \text{ кН}$



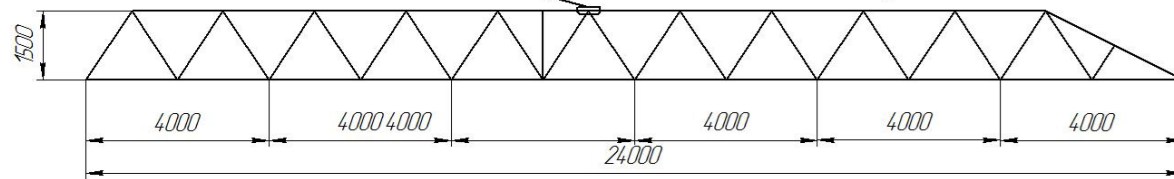
Вид на горизонтальну ферму



$G_c=32 \text{ кН}$



$G_c=62 \text{ кН}$



ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380–2005

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

СТАЛЬ ВУГЛЕЦЕВА ЗВИЧАЙНОЇ ЯКОСТІ

Марки

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

Марки

COMMON QUALITY CARBON STEEL

Grades

См. непр.

Чинний від 2006–09–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на вуглецеву сталь звичайної якості, призначену для виготовлення прокату гарячекатаного: сортового, фасонного, товстолистового, тонколистового, широкоштабового та холоднокатаного тонколистового, а також злиwkів, блюмів, слябів, сутунки, заготовки катаної та безперервнолитої, труб, поковок і штамповок, стрічки, дроту, метвиробів тощо.

ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380–2005

ДОДАТОК А
(довідковий)ПОЗНАКИ МАРОК СТАЛІ ЗГІДНО З ЦИМ СТАНДАРТОМ
ТА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ ISO 630 І ISO 1052

Таблиця А.1

Марки сталі				
ДСТУ 2651	ISO 630	ДСТУ 2651	ISO 630	ISO 1052
Ст0	E 185 (Fe 310)	Ст3Гпс	E 235-B (Fe 360-B)	—
Ст1кп	—	Ст3Гсп	E 235-C (Fe 360-C) E 235-D (Fe 360-D)	—
Ст1пс	—	Ст4кп	E 275-A (Fe 430-A)	—
Ст1сп	—	Ст4пс	E 275-B (Fe 430-B)	—
Ст2кп	—	Ст4сп	E 275-C (Fe 430-C) E 275-D (Fe 430-D)	—
Ст2пс	—	Ст5пс	—	Fe 490
Ст2сп	—	Ст5сп	E 355-C (Fe 510-C)	Fe 490
Ст3кп	E 235-A (Fe 360-A)	Ст5Гпс	—	Fe 490
Ст3пс	E 235-B (Fe 360-B)	Ст6пс	—	Fe 590
Ст3сп	E 235-C (Fe 360-C)	Ст6сп	—	Fe 590 Fe 690

ДСТУ 8540:2015

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ПРОКАТ ЛИСТОВИЙ ГАРЯЧЕКАТАНИЙ

Сортамент

ПРОКАТ ЛИСТОВОЙ ГОРЯЧЕКАТАНЫЙ

Сортамент

HOT-ROLLED STEEL SHEETS

Range

Чинний від 2016-07-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на листовий гарячекатаний прокат (далі — прокат) завширшки 500 мм і більше, який виготовляють у листах завтовшки від 0,4 мм до 160,0 мм і рулонах завтовшки від 1,2 мм до 25,0 мм.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такий нормативний документ:
ДСТУ 6026:2008/ГОСТ 26877-2008 Металопродукція. Методи вимірювання відхилів форми (ГОСТ 26877-2008, IDT).

3 КЛАСИФІКАЦІЯ. ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ І РОЗМІРИ**3.1** Прокат поділяють:

- за точністю виготовлення за товщиною:
 - підвищеної — А;
 - звичайної — Б;
- за площинністю:
 - особливо високої — ПО;
 - високої — ПВ;
 - поліпшеної — ПУ;
 - нормальної — ПН;
- за характером крайки:
 - з необрізною — НО;
 - з обрізною — О;
- за розмірами:
 - із зазначенням розмірів за товщиною, шириною і довжиною відповідно до розмірів, наведених у таблиці 1 і додатку А — форма I;
 - із зазначенням розмірів за товщиною в межах, наведених у таблиці 1, без зазначення розмірів за шириною і довжиною — форма II;
 - із зазначенням розмірів, кратних за шириною і довжиною розмірам, зазначеним у замовленні, в межах, наведених у таблиці 1, — форма III;
 - із зазначенням мірних розмірів у межах, наведених у таблиці 1, з інтервалами 10 мм за шириною і 50 мм — за довжиною — форма IV.

Видання офіційне

1

ДСТУ 8540:2015

За узгодженням виробника зі споживачем інтервали за шириною і довжиною може бути зменшено. Виготовляють листовий прокат мірних розмірів, що відрізняються від розмірів, наведених у таблиці 1 і додатку А, за узгодженням виробника зі споживачем;

- за видами:
 - листи;
 - рулони.

Примітка. Листи виготовляють полистовим прокатуванням або різанням прокату за розмірами.

3.2 Розміри прокату, виготовленого в листах, мають відповідати значенням, наведеним у таблиці 1, у рулонах — в таблиці 2. Дозволено за узгодженням виробника зі споживачем виготовлення прокату інших розмірів.

Таблиця 1 — Розміри прокату, виготовленого в листах

У міліметрах

Назва параметра	Значення номінальних розмірів
Товщина	0,40; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,63; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,90; 1,00; 1,20; 1,30; 1,40; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 12,5; 13,0; 13,5; 14,0; 14,5; 15,0; 15,5; 16,0; 16,5; 17,0; 17,5; 18,0; 18,5; 19,0; 19,5; 20,0; 20,5; 21,0; 21,5; 22,0; 22,5; 23,0; 23,5; 24,0; 24,5; 25,0; 25,5; 26,0; 27,0; 28,0; 29,0; 30,0; 31,0; 32,0; 34,0; 36,0; 38,0; 40,0; 42,0; 45,0; 48,0; 50,0; 52,0; 55,0; 58,0; 60,0; 62,0; 65,0; 68,0; 70,0; 72,0; 75,0; 78,0; 80,0; 82,0; 85,0; 87,0; 90,0; 92,0; 95,0; 100,0; 105,0; 110,0; 115,0; 120,0; 125,0; 130,0; 135,0; 140,0; 145,0; 150,0; 155,0; 160,0
Ширина	500; 510; 600; 650; 670; 700; 710; 750; 800; 850; 900; 950; 1000; 1100; 1250; 1400; 1420; 1500; 1600; 1700; 1800; 1900; 2000; 2100; 2200; 2300; 2400; 2500; 2600; 2700; 2800; 2900; 3000; 3200; 3400; 3600; 3800; 4000; 4200; 4400
Довжина	710; 1200; 1400; 1420; 1500; 1600; 1700; 1800; 1900; 2000; 2200; 2500; 2800; 3000; 3200; 3400; 3500; 3600; 4000; 4500; 5000; 5500; 6000; 6500; 7000; 7500; 8000; 8200; 8500; 9000; 10 000; 11 000; 12 000

Таблиця 2 — Розміри прокату, виготовленого в рулонах

У міліметрах

Ширина прокату	Товщина прокату, що виготовляють у рулонах
500; 530; 600; 630; 1000; 1100; 1250	1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9; 4,0; 4,5; 5,0; 5,3; 5,5; 6,0; 6,3; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 12,7; 13,0; 13,5; 14,0; 14,5; 15,0; 15,5; 16,0; 16,5; 17,0; 17,5; 18,0; 18,5; 19,0; 19,5; 20,0; 20,5; 21,0; 21,5; 22,0; 22,5; 23,0; 23,5; 24,0; 24,5; 25,0
550	1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9; 4,0; 4,5; 5,0; 5,3; 5,5; 6,0; 6,3; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,5; 12,0; 12,7
650; 670; 700; (710); 750; 800; 850; 900; 950; 1400; (1420); 1500	1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9; 4,0; 4,5; 5,0; 5,3; 5,5; 6,0; 6,3; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 12,7; 13,0; 13,5; 14,0; 14,5; 15,0; 15,5; 16,0; 16,5; 17,0; 17,5; 18,0; 18,5; 19,0; 19,5; 20,0; 20,5; 21,0; 21,5; 22,0; 22,5; 23,0; 23,5; 24,0; 24,5; 25,0
1600; 1700; 1800	3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9; 4,0; 4,5; 5,0; 5,3; 5,5; 6,0; 6,3; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 12,7; 13,0; 13,5; 14,0; 14,5; 15,0; 15,5; 16,0; 16,5; 17,0; 17,5; 18,0; 18,5; 19,0; 19,5; 20,0; 20,5; 21,0; 21,5; 22,0; 22,5; 23,0; 23,5; 24,0; 24,5; 25,0
1900; 2000	6,0; 6,3; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0
2100; 2200	7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0

ДСТУ 7809:2015

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ПРОКАТ СОРТОВИЙ, КАЛІБРОВАНИЙ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНИМ ОБРОБЛЕННЯМ ПОВЕРХНІ
З ВУГЛЕЦЕВОЇ ЯКІСНОЇ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ**

Загальні технічні умови

**ПРОКАТ СОРТОВОЙ, КАЛИБРОВАННЫЙ
СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ КАЧЕСТВЕННОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ**

Общие технические условия

**CARBON STRUCTURAL QUALITY STEEL
GAUGED BARS WITH SPECIAL SURFACE FINISH**

General specifications

Чинний від 2016-04-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює загальні технічні умови для гарячекатаного та кованого сортового прокату з вуглецевої якісної конструкційної сталі марок 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58 (55пп) і 60 завтовшки або діаметром до 250 мм, а також для каліброваного прокату та зі спеціальним обробленням поверхні всіх марок.

Норми хімічного складу, наведені в цьому стандарті, поширюються й на інші види прокату, зливки, поковки, штамповки, заготовки катані та безперервноліті, що виготовляють зі сталі марок, наведених вище, а також зі сталі марок 05кп, 08кп, 08пс, 10кп, 10пс, 11кп, 15кп, 15пс, 18кп, 20кп, 20пс.

ДСТУ 7809:2015

4.1.9 Якість поверхні й вимоги до обрізання кінців каліброваного прокату мають відповідати вимогам груп Б, В згідно з ДСТУ 7807, зі спеціальним обробленням поверхні — групам В, Г, Д згідно з ГОСТ 14955. Для прокату зі спеціальним обробленням поверхні знеуглецьований шар не допустимо.

4.1.10 Твердість (ТВ1) сортового прокату без термічного оброблення не повинна перевищувати 255 НВ, для каліброваного прокату і зі спеціальним обробленням поверхні — 269 НВ.

4.1.11 Механічні властивості прокату після нормалізування (М1) повинні відповідати нормам таблиці 3.

Таблиця 3

Марка сталі	Механічні характеристики, не менше ніж			
	границя плинності, σ_p , Н/мм ² (кгс/мм ²)	тимчасовий опір, σ_b , Н/мм ² (кгс/мм ²)	відносне видовження, δ_5 , %	відносне звуження Ψ , %
08	196 (20)	320 (33)	33	60
10	205 (21)	330 (34)	31	55
15	225 (23)	370 (38)	27	55
20	245 (25)	410 (42)	25	55
25	275 (28)	450 (46)	23	50
30	295 (30)	490 (50)	21	50
35	315 (32)	530 (54)	20	45
40	335 (34)	570 (58)	19	45
45	355 (36)	600 (61)	16	40
50	375 (38)	630 (64)	14	40
55	380 (39)	650 (66)	13	35
58 (55пп)	315 (32)	600 (61)	12	28
60	400 (41)	680 (69)	12	35

Примітка 1. Норми механічних властивостей цієї таблиці наведено для прокату завтовшки або діаметром до 80 мм. Для прокату діаметром або завтовшки більше ніж 80 мм допустимо зниження відносного видовження на 2 % (абс.), відносного звуження на 5 % (абс.). Норми механічних властивостей для заготовок, які перековують із прутка діаметром або завтовшки більше ніж 120 мм і до 250 мм на відповідні розміри від 90 мм до 100 мм, повинні відповідати нормам таблиці 3.

Примітка 2. За згодою із замовником для сталей марок 25—60 допустимо зниження норм тимчасового опору на 20 Н/мм² (2 кгс/мм²) від норм цієї таблиці з одночасним підвищенням норм відносного видовження на 2 % (абс.).

4.2.8 Прокат зі сталі марок 25, 30, 35, 40, 45, 50 з контролюванням ударної в'язкості (КУВ). Визначення ударної в'язкості проводять на термічно оброблених (гартування з відпусканням) зразках. Норми ударної в'язкості мають відповідати значенням, наведеним у таблиці 4.

Таблиця 4

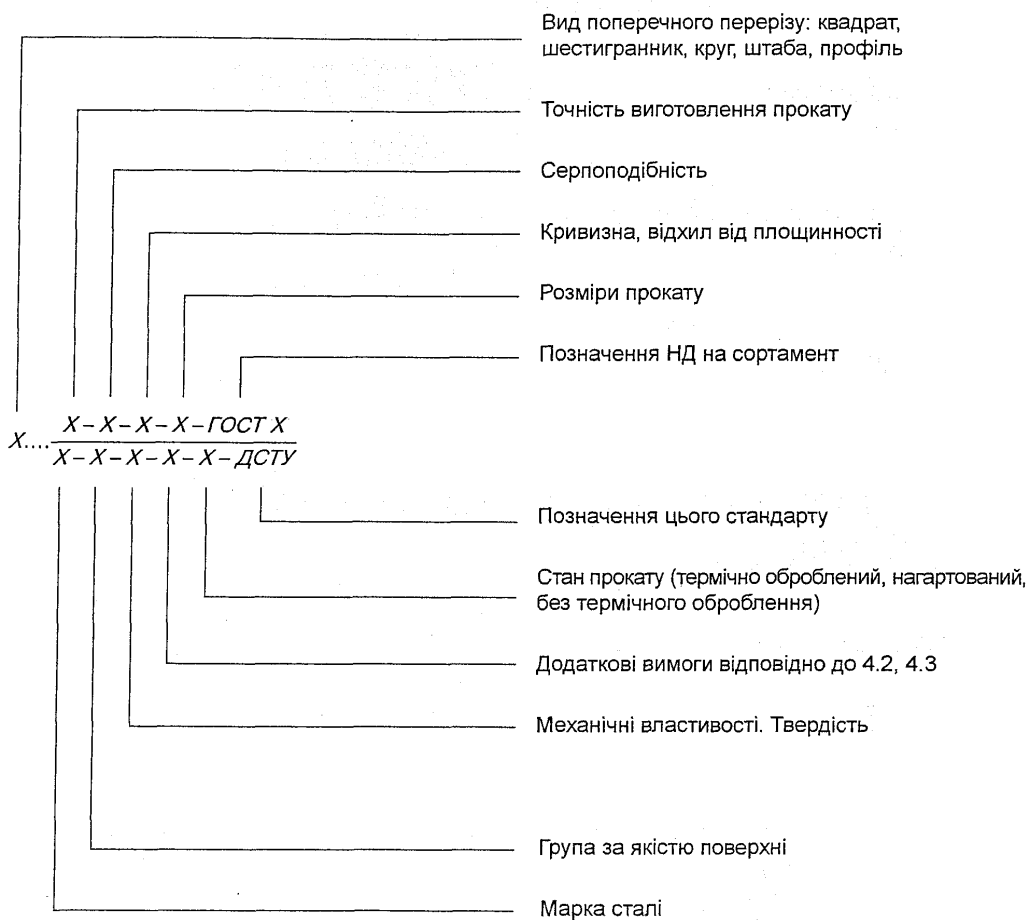
Марка сталі	Ударна в'язкість, КСУ, Дж/см ² (кгс м/см ²), не менше ніж
25	88 (9)
30	78 (8)
35	69 (7)
40	59 (6)
45	49 (5)
50	38 (4)

ДСТУ 7809:2015

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ПРИКЛАДИ УМОВНИХ ПОЗНАК

Схема умовних познач



Прокат сортовий, круглий, звичайної точності прокатки (В1), II класу кривизни, немірної довжини (НД), діаметром 30 мм згідно з ДСТУ 4738/ГОСТ2590, зі сталі марки 30, групи якості поверхні 2ГП, механічними властивостями відповідно до таблиці 3 (М1), твердістю відповідно до 4.1.10 (ТВ1), з контролюванням ударної в'язкості (КУВ), з усуненням задирок (УЗ), з випробовуванням на осадження (65), без термічного оброблення:

Круг $\frac{В1 - II - НД 30 ДСТУ 4738:2007/ГОСТ 2590-2006}{30 - 2ГП - М1 - ТВ1 - КУВ - УЗ - 65 ДСТУ ...}$

ДСТУ 7809:2015

Прокат зі спеціальним обробленням поверхні, круглий, поле допуску h11, мірної довжини (МД), діаметром 8 мм, із сталі 20, якості поверхні В згідно з ГОСТ 14955, з механічними властивостями згідно з таблицею 5 (М2), твердістю відповідно до таблиці 7 (ТВ3), нагартований (НГ):

Пруток $\frac{h11 - МД - 8 \text{ ГОСТ } 14955-77}{20 - В - М2 - ТВ3 - НГ \text{ ДСТУ } \dots}$

Прокат калібрований, шестигранний, поле допуску h12 згідно з ГОСТ 8560, немірної довжини (НД), номінальним діаметром вписаного круга 8 мм, зі сталі 45, якості поверхні В згідно з ДСТУ 7807, з механічними властивостями відповідно до таблиці 3 (М1), твердість згідно з таблицею 9 (ТВ4), термічно оброблений (ТО):

Шестигранник $\frac{h12 - НД - 8 \text{ ГОСТ } 8560-78}{45 - В - М1 - ТВ4 - ТО \text{ ДСТУ } \dots}$

Профіль гарячекатаний для скісних шайб, мірної довжини (МД), розмірами 2В × Н × h = 32 мм × 5,8 мм × 4 мм згідно з ГОСТ 5157, зі сталі марки 35, групою ЗГП, з механічними властивостями відповідно до таблиці 3 (М1), твердістю відповідно до 4.1.10 (ТВ1), без термічного оброблення:

Профіль для скісних шайб $\frac{МД - 32 \times 5,8 \times 4 \text{ ГОСТ } 5157-83}{35 - ЗГП - М1 - ТВ1 \text{ ДСТУ } \dots}$

Прокат штабовий, звичайної точності прокатки за товщиною (ВТ1), за шириною (ВШ1), серпоподібності (ВС), нормальної площинності (ПН), кратної мірної довжини (КД), загальної призначеності (ЗП), завтовшки 36 мм, завширшки 90 мм згідно з ДСТУ 4747/ГОСТ103, зі сталі марки 45, якістю поверхні (ЗГП), механічними властивостями відповідно до таблиці 3 (М1), твердістю відповідно до 4.1.10 (ТВ1), нормованою прожарюваністю (ПР), без термічного оброблення:

Штаба $\frac{ВТ1 - ВШ1 - ВС - ПН - КД - ЗП - 36 \times 90 \text{ ДСТУ } 4747:2007/\text{ГОСТ } 103-2006}{45 - ЗГП - М1 - ТВ1 - ПР - \text{ДСТУ } \dots}$

ДСТУ 3436—96
(ГОСТ 8240—97)

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ШВЕЛЕРИ СТАЛЕВІ ГАРЯЧЕКАТАНІ

Сортамент

ШВЕЛЛЕРЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ

Сортамент

HOT-ROLLED STEEL CHANNELS

Rolling products

coll. перф 1

Чинний від 1999—01—01

1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ

н/р.

Цей стандарт встановлює сортамент сталевих гарячекатаних швелерів загального та спеціального призначення висотою від 50 до 400 мм та шириною полиць від 32 до 115 мм.

Вимоги п. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 є обов'язковими, решта — рекомендовані.

2 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ І РОЗМІРИ

2.1 За формою і розмірами швелери виготовляють таких серій:

- У — з ухилом внутрішніх граней полиць;
- П — з паралельними гранями полиць;
- Е — економічні з паралельними гранями полиць;
- Л — легкої серії з паралельними гранями полиць;
- С — спеціальні.

Умовні позначення величин, які характеризують властивості швелера:

- h — висота (швелера);
- b — ширина полиці;
- s — товщина стінки;
- t — товщина полиці;
- R — радіус внутрішнього закруглення;
- r — радіус закруглення полиці;
- X_0 — відстань від осі $Y-Y$ до зовнішньої грані стінки;
- Δ — перекис полиці;
- f — прогин стінки по висоті перерізу профіля;
- F — площа поперечного перерізу;
- I — момент інерції;
- W — момент опору;
- i — радіус інерції;
- S_x — статичний момент напівперерізу.

Видання офіційне

ДСТУ 3436–96 (ГОСТ 8240–97)

2.2 Поперечний переріз швелерів серій У, С повинен відповідати показаному на рисунку 1, серій П, Е, Л — на рисунку 2.

2.3 Розміри швелерів, площа поперечного перерізу, маса 1 м та довідкові значення для осей повинні відповідати наведеним у таблицях 1–5.

2.3.1 Площа поперечного перерізу і маса 1 м швелера обчислені за номінальними розмірами, густина сталі прийнята 7,85 г/см³.

2.3.2 Значення радіусів закруглення, ухилу внутрішніх граней полиць, показаних на рисунках 1 і 2 та наведених у таблицях 1–5, використовують для побудови калібрів і на профілі не контролюють.

2.4 Форма швелера та граничні відхилення за розмірами повинні відповідати наведеним на рисунку 3 та в таблиці 6.

2.4.1 Ухил внутрішніх граней полиць швелерів серії У повинен бути у межах від 4 до 10 %. За згодою виробника зі споживачем ухил внутрішніх граней полиць не повинен перевищувати 8 % для $h \leq 300$ мм та 5 % для $h > 300$ мм.

2.5 Притуплення прямих кутів швелерів до № 20 не повинне перевищувати 2,5 мм, понад № 20 — 3,5 мм. Притуплення зовнішніх кутів не контролюють.

2.6 Швелери виготовляють довжиною від 2 до 12 м, за згодою виробника зі споживачем — довжиною понад 12 м:

- мірної довжини;
- мірної довжини з немірними довжинами не більш як 5 % маси партії;
- довжини, кратної мірній;
- довжини, кратної мірній, з немірними довжинами не більш як 5 % маси партії;
- немірної довжини;
- обмеженої довжини у межах немірної.

ДСТУ 3436–96 (ГОСТ 8240–97)

*Рис. 2
(см черк)*

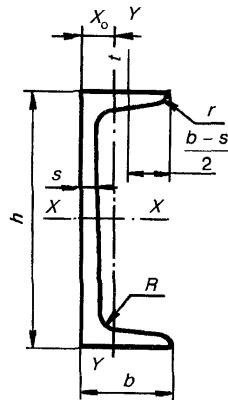


Рисунок 1

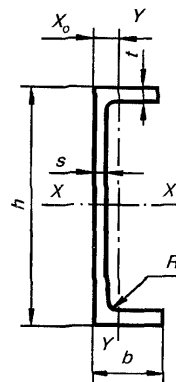


Рисунок 2

(см черк)

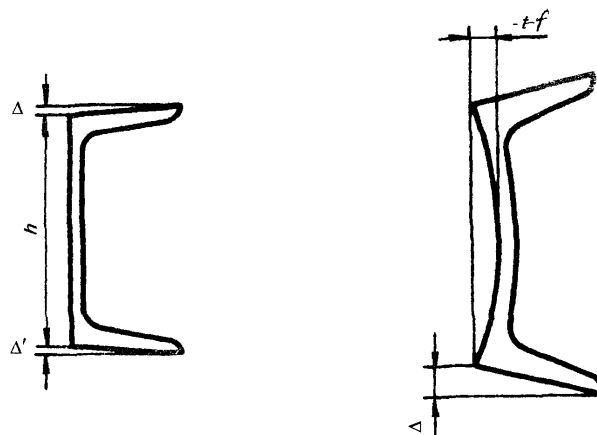


Рисунок 3

► Таблица 1 — Швелеры з ухилом внутрішніх граней полиць

(см. нарз.)

ДСТУ 3436-96 (ГОСТ 8240-97)

Номер швелера серії У	h	b	s	t	R	r	Площа поперечного перерізу F, см ²	Маса 1 м, кг	Довідкові значення для осей						X ₀ , см	
									X-X			Y-Y				
									I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³		i _y , см
5У	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,95	1,16
6,5У	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51	5,90	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,24
8У	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	89,4	22,4	3,16	23,30 ^{10,20}	12,80	4,75	1,19	1,31
10У	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,90	8,59	174,0	34,8	3,99	20,40	20,40	6,46	1,37	1,44
12У	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,30	10,40	304,0	50,6	4,78	29,60	31,20	8,52	1,53	1,54
14У	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,60	12,30	491,0	70,2	5,60	40,80	45,40	11,00	1,70	1,67
16У	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,10	14,20	747,0	93,4	6,42	54,10	63,30	13,80	1,87	1,80
16аУ	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,50	15,30	823,0	103,0	6,49	59,40	78,80	16,40	2,01	2,00
18У	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,70	16,30	1090,0	121,0	7,24	69,80	86,00	17,00	2,04	1,94
18аУ	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,20	17,40	1190,0	132,0	7,32	76,10	105,00	20,00	2,18	2,13
20У	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,40	18,40	1520,0	152,0	8,07	87,80	113,00	20,50	2,20	2,07
22У	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,70	21,00	2110,0	192,0	8,89	110,00	151,00	25,10	2,37	2,21
24У	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,60	24,00	2900,0	242,0	9,73	139,00	208,00	31,60	2,60	2,42
27У	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,20	27,70	4160,0	308,0	10,90	178,00	262,00	37,30	2,73	2,47
30У	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,50	31,80	5810,0	387,0	12,00	224,00	327,00	43,60	2,84	2,52
33У	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,50	36,50	7980,0	484,0	13,10	281,00	410,00	51,80	2,97	2,59
36У	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,40	41,90	10820,0	601,0	14,20	350,00	513,00	61,70	3,10	2,68
40У	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,50	48,30	15220,0	761,0	15,70	444,00	642,00	73,40	3,23	2,75

Таблица 2 — Швелеры з паралельними гранями полиць

Номер швелера серії П	h	b	s	t	R	r	Площа поперечного перерізу F, см ²	Маса 1 м, кг	Довідкові значення для осей						X ₀ , см	
									X-X			Y-Y				
									I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³		i _y , см
5П	50	32	4,4	7,0	6,0	3,5	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,61	5,95	2,99	0,98	1,21
6,5П	65	36	4,4	7,2	6,0	3,5	7,51	5,90	48,8	15,0	2,55	9,02	9,35	4,06	1,12	1,29
8П	80	40	4,5	7,4	6,5	3,5	8,98	7,05	89,8	22,5	3,16	13,30	13,90	3,31 ^{3,31}	1,24	1,38
10П	100	46	4,5	7,6	7,0	4,0	10,90	8,59	175,0	34,9	3,99	20,50	22,60	7,37	1,44	1,53
12П	120	52	4,8	7,8	7,5	4,5	13,30	10,40	305,0	50,8	4,79	29,70	34,90	9,84	1,62	1,66
14П	140	58	4,9	8,1	8,0	4,5	15,60	12,30	493,0	70,4	5,61	40,90	51,50	12,90	1,81	1,82
16П	160	64	5,0	8,4	8,5	5,0	18,10	14,20	750,0	93,8	6,44	54,30	72,80	16,40	2,00	1,97
16аП	160	68	5,0	9,0	8,5	5,0	19,50	15,30	827,0	103,0	6,51	59,50	90,50	19,60	2,15	2,19
18П	180	70	5,1	8,7	9,0	5,0	20,70	16,30	1090,0	121,0	7,26	70,00	100,00	20,60	2,20	2,14
18аП	180	74	5,1	9,3	9,0	5,0	22,20	17,40	1200,0	133,0	7,34	76,30	123,00	24,30	2,35	2,36
20П	200	76	5,2	9,0	9,5	5,5	23,40	18,40	1530,0	153,0	8,08	88,00	134,00	25,20	2,39	2,30
22П	220	82	5,4	9,5	10,0	6,0	26,70	21,00	2120,0	193,0	8,90	111,00	178,00	31,00	2,58	2,47
24П	240	90	5,6	10,0	10,5	6,0	30,60	24,00	2910,0	243,0	9,75	139,00	248,00	39,50	2,85	2,72
27П	270	95	6,0	10,5	11,0	6,5	35,20	27,70	4180,0	310,0	10,90	178,00	314,00	46,70	2,99	2,78
30П	300	100	6,5	11,0	12,0	7,0	40,50	31,80	5830,0	389,0	12,00	224,00	393,00	54,80	3,12	2,83
33П	330	105	7,0	11,7	13,0	7,5	46,50	36,50	8010,0	486,0	13,10	281,00	491,00	64,60	3,25	2,90
36П	360	110	7,5	12,6	14,0	8,5	53,40	41,90	10850,0	603,0	14,30	350,00	611,00	76,30	3,38	2,99
40П	400	115	8,0	13,5	15,0	9,0	61,50	48,30	15260,0	763,0	15,80	445,00	760,00	89,90	3,51	3,05

(см. нарз.)

ДСТУ 3436-96 (ГОСТ 8240-97)

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДВОТАВРИ СТАЛЕВІ ГАРЯЧЕКАТАНІ

Сортамент

HOT-ROLLED STEEL FLANGE BEAMS

Range of rolling products

Чинний від 2019-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на гарячекатані сталеві двотаври з ухилом внутрішніх граней полиць.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.1 двотавр

Профіль, який має в перерізі стінку (шийку) та дві полиці, які її обмежують (4 фланці), причому осі шийки та полиць взаємно перпендикулярні

3.2 номер двотавру

Номер двотавру позначає його розмір та відповідає висоті в сантиметрах

3.3 номінальний розмір

Розмір, відносно якого визначають граничні відхили

3.4 точність прокатування

Величина граничних відхилів за розмірами та формою поперечного перерізу. Двотаври виготовляють звичайної та підвищеної точності прокатування.

4 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ТА РОЗМІРИ

4.1 Форма поперечного перерізу двотаврів повинна відповідати рисунку 1.

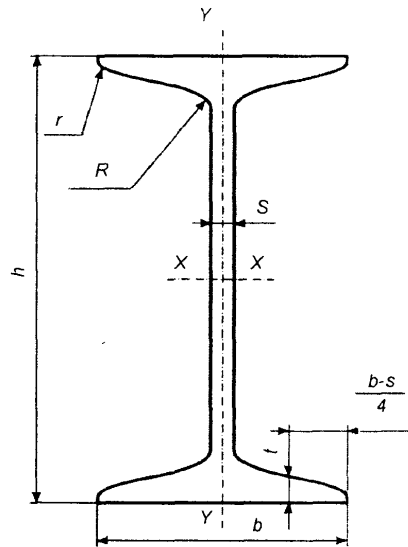


Рисунок 1 — Поперечний переріз двотаврів

4.2 Номінальні розміри та довідкові параметри двотаврів наведено у таблиці 1.

4.3 Позначення розмірів і параметрів, наведених на рисунку 1 та у таблиці 1:

- h — висота двотавра;
- b — ширина полиці;
- s — товщина стінки;
- t — середня товщина полиці;
- R — радіус внутрішнього заокруглення;
- r — радіус заокруглення полиці;
- I — момент інерції;
- W — момент опору;
- S — статичний момент напівперерізу;
- i — радіус інерції.

Таблиця 1 — Номінальні розміри та довідкові параметри двотаврів

Номер двотавра	Розміри, мм						Площа поперечного перерізу, см ²	Маса 1 м, кг	Довідкові значення для осей						
	h	b	s	t	R	r			X-X			Y-Y			
					не більше				I_x , см ⁴	W_x , см ³	i_x , см	S_x , см ³	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см
10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07
22	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0	34,8	27,30	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37
27	270	125	6,0	9,8	11,0	4,5	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,50	2,54
30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
33	330	140	7,0	11,2	13,0	5,0	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	14,0	6,0	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	13,0	15,0	6,0	72,6	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	16,0	7,0	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	17,0	7,0	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	18,0	7,0	118,0	92,60	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	20,0	8,0	138,0	108,00	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54

Примітка 1. Площа поперечного перерізу і маса 1 м двотавра обчислені за номінальними розмірами, густина сталі прийнята рівною 7,85 т/см³.

Примітка 2. Ухил внутрішніх граней полиць двотаврів — від 6 % до 12 %.

Примітка 3. Величини радіусів заокруглення, товщини полиць та ухилу внутрішніх граней полиць вказані в таблиці 1, наведено для побудови калібрів і на готовому прокаті їх не контролюють.

ДСТУ 8768:2018

ДСТУ 8769:2018

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

КУТИКИ СТАЛЕВІ ГАРЯЧЕКАТАНІ
НЕРІВНОПОЛИЧНІ

Сортамент

HOT-ROLLED STEEL UNEQUAL-LEG ANGLES

Range of rolling products

Чинний від 2019-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на кутики сталеві гарячекатані нерівнополічні.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.1 кутик

Кутовий профіль, елементами якого є дві полиці, розташовані під кутом 90°

3.2 кутик нерівнополічний

Кутовий профіль, полиці якого мають різну ширину

3.3 номінальний розмір

Розмір, відносно якого визначають граничні відхили

3.4 точність прокатування

Величина граничних відхилів за розмірами профілю. Кутики виготовляють звичайної та високої точності прокатування.

4 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ТА РОЗМІРИ

4.1 Форма поперечного перерізу нерівнополічних кутиків повинна відповідати рисунку 1.

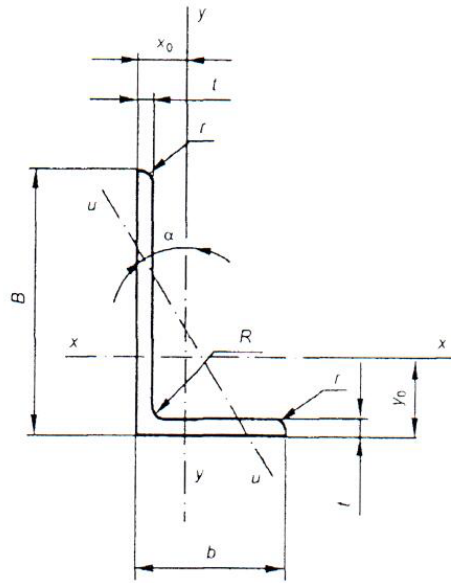


Рисунок 1 — Поперечний переріз нерівнополічних кутиків

4.2 Номінальні розміри та параметри нерівнополічних кутиків наведено у таблиці 1.

4.3 Позначення розмірів та параметрів, наведених на рисунку 1 та у таблиці 1:

- B — ширина більшої полиці;
- b — ширина меншої полиці;
- t — товщина полиці;
- R — радіус внутрішнього заокруглення;
- r — радіус заокруглення полиць;
- x_0, y_0 — відстань від центру ваги до зовнішніх граней полиць;
- F — площа поперечного перерізу;
- I — момент інерції;
- W — момент опору;
- i — радіус інерції;
- I_{xy} — відцентровий момент інерції.

Таблиця 1 — Номінальні розміри та параметри нерівнополічних кутників

Позначення	Розміри, мм				F_c , см ²	Довідкові параметри для осей												Y_0 , см	X_0 , см	I_{yy} , см ⁴	Кут нахилу осі, lgr	Маса 1м профілю, кг
	b	t	R	r		x-x			y-y			u-u										
						I_x , см ⁴	W_x , см ³	i_x , см	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см	I_{uu} , см ⁴	W_u , см ³	$i_{u_{min}}$, см								
25×16×3	25	16	3	3,5	1,2	1,16	0,70	0,43	0,78	0,22	0,19	0,44	0,13	0,16	0,34	0,42	0,86	0,22	0,392	0,91		
32×20×3	32	20	3	3,5	1,2	1,49	1,52	0,72	1,01	0,46	0,30	0,55	0,28	0,25	0,43	0,49	1,08	0,47	0,382	1,17		
32×20×4	32	20	4	3,5	1,2	1,94	1,93	0,93	1,00	0,57	0,39	0,54	0,35	0,33	0,43	0,53	1,12	0,59	0,374	1,52		
40×25×3	40	25	3	4,0	1,3	1,89	3,05	1,14	1,27	0,93	0,49	0,70	0,56	0,41	0,54	0,59	1,32	0,96	0,385	1,48		
40×25×4	40	25	4	4,0	1,3	2,47	3,93	1,49	1,26	1,18	0,63	0,69	0,71	0,52	0,54	0,63	1,37	1,22	0,281	1,94		
40×25×5	40	25	5	4,0	1,3	3,03	4,73	1,82	1,25	1,41	0,77	0,68	0,86	0,64	0,53	0,66	1,41	1,44	0,374	2,37		
45×28×3	45	28	3	5,0	1,7	2,14	4,41	1,45	1,42	1,32	0,61	0,79	0,79	0,52	0,61	0,64	1,47	1,38	0,382	1,68		
45×28×4	45	28	4	5,0	1,7	2,80	5,68	1,90	1,42	1,69	0,80	0,78	1,02	0,67	0,60	0,68	1,51	1,77	0,379	2,20		
50×32×3	50	32	3	5,5	1,8	2,42	6,18	1,82	1,60	1,99	0,81	0,91	1,18	0,88	0,70	0,72	1,60	2,01	0,403	1,9		
50×32×4	50	32	4	5,5	1,8	3,17	7,98	2,38	1,59	2,56	1,05	0,90	1,52	0,88	0,69	0,76	1,65	2,59	0,401	2,4		
56×36×4	56	36	4	6,0	2,0	3,58	11,37	3,01	1,78	3,70	1,34	1,02	2,19	1,13	0,78	0,84	1,82	3,74	0,406	2,81		
56×36×5	56	36	5	6,0	2,0	4,41	13,82	3,70	1,77	4,48	1,65	1,01	2,65	1,37	0,78	0,88	1,87	4,50	0,404	3,46		
63×40×4	63	40	4	7,0	2,3	4,04	16,33	4,83	2,01	5,16	1,67	1,13	3,07	1,41	0,87	0,91	2,03	5,25	0,397	3,17		
63×40×5	63	40	5	7,0	2,3	4,98	19,91	4,72	2,00	6,26	2,05	1,12	3,73	1,72	0,86	0,95	2,08	6,41	0,396	3,91		
63×40×6	63	40	6	7,0	2,3	5,90	23,31	5,58	1,99	7,29	2,42	1,11	4,36	2,02	0,86	0,99	2,12	7,44	0,393	4,63		
63×40×8	63	40	8	7,0	2,3	7,68	29,60	7,22	1,96	9,15	3,12	1,09	5,58	2,60	0,85	1,07	2,20	9,27	0,386	6,03		
70×45×5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	27,76	5,88	2,23	9,05	2,62	1,27	5,34	2,20	0,88	1,05	2,28	9,12	0,406	4,39		
75×50×5	75	50	5	8,0	2,7	6,11	34,81	6,81	2,39	12,47	3,25	1,43	7,24	2,73	1,09	1,17	2,39	12,00	0,436	4,79		
75×50×6	75	50	6	8,0	2,7	7,25	40,92	8,08	2,38	14,60	3,85	1,42	8,48	3,21	1,08	1,21	2,44	14,10	0,435	5,69		
75×50×7	75	50	7	8,0	2,7	8,37	46,77	9,31	2,36	16,61	4,43	1,41	9,69	3,69	1,08	1,25	2,48	16,18	0,435	6,57		
75×50×8	75	50	8	8,0	2,7	9,47	52,38	10,52	2,35	18,52	4,88	1,40	10,87	4,14	1,07	1,29	2,52	17,80	0,430	7,43		
80×50×5	80	50	5	8,0	2,7	6,36	41,64	7,71	2,56	12,68	3,28	1,41	7,57	2,75	1,00	1,13	2,60	13,20	0,387	4,49		
80×50×6	80	50	6	8,0	2,7	7,55	48,98	9,15	2,55	14,85	3,88	1,40	8,88	3,24	1,08	1,17	2,65	15,50	0,386	5,92		
90×56×5,5	90	56	5,5	9,0	3,0	7,86	65,28	10,74	2,88	19,67	4,53	1,58	11,77	3,81	1,22	1,26	2,92	20,54	0,384	6,17		
90×56×6	90	56	6	9,0	3,0	8,54	70,58	11,66	2,88	21,22	4,91	1,58	12,70	4,12	1,22	1,28	2,95	22,23	0,384	6,70		
90×56×8	90	56	8	9,0	3,0	11,18	90,87	15,24	2,85	27,08	6,39	1,56	16,29	5,32	1,21	1,36	3,04	28,33	0,380	8,77		
100×63×6	100	63	6	10,0	3,3	9,58	98,29	14,52	3,20	30,58	6,27	1,79	18,20	5,27	1,38	1,42	3,23	31,50	0,393	7,53		
100×63×7	100	63	7	10,0	3,3	11,09	112,86	16,78	3,19	34,99	7,23	1,78	20,83	6,06	1,37	1,46	3,28	36,10	0,392	8,70		
100×63×8	100	63	8	10,0	3,3	12,57	126,96	19,01	3,18	39,21	8,17	1,77	23,38	6,82	1,36	1,50	3,32	40,50	0,391	9,87		
100×63×10	100	63	10	10,0	3,3	15,47	153,95	23,32	3,15	47,18	9,99	1,75	28,34	8,31	1,35	1,58	3,40	48,60	0,387	12,14		
110×70×6,5	110	70	6,5	10,0	3,3	11,45	142,42	19,11	3,53	45,61	8,42	2,00	26,94	7,05	1,53	1,68	3,55	46,80	0,402	8,98		
110×70×8	110	70	8	10,0	3,3	13,93	171,54	23,22	3,51	54,64	10,20	1,98	32,31	8,50	1,52	1,64	3,61	55,90	0,400	10,93		



4 Кінець таблиці 1

Позначення	Розміри, мм				F_c см ²	Довідкові параметри для осей												Х ₀ , см	У ₀ , см	I_{yy} , см ⁴	Кут нахилу осі, Іга	Маса 1 м профілю, кг
	В	b	t	R		r	x-x			y-y			u-u									
							I_{xx} см ⁴	W_{xx} см ³	i_{xx} см	I_{yy} см ⁴	W_{yy} см ³	i_{yy} см	I_{umy} см ⁴	W_{uy} см ³	i_{umy} см							
125×80×7	125	80	7	110	37	1405	226,53	26,67	4,01	73,73	11,89	2,29	43,40	9,96	1,76	180	4,01	74,70	0,407	11,04		
125×80×8	125	80	8	110	37	1598	225,62	30,26	4,00	80,95	13,47	2,28	48,82	11,25	1,75	184	4,05	84,10	0,406	12,58		
125×80×10	125	80	10	110	37	1970	311,64	37,27	3,98	100,47	16,52	2,26	59,33	13,74	1,74	192	4,14	102,00	0,404	15,47		
125×80×12	125	80	12	110	37	2336	364,79	44,07	3,95	116,84	19,46	2,24	69,47	16,11	1,72	200	4,22	118,00	0,400	18,34		
140×90×8	140	90	8	120	40	1800	363,68	38,25	4,49	119,79	17,19	2,58	70,27	14,39	1,58	203	4,49	121,00	0,411	14,13		
140×90×10	140	90	10	120	40	2224	444,45	47,19	4,47	145,54	21,14	2,58	85,51	17,58	1,96	212	4,58	147,00	0,409	17,46		
160×100×9	160	100	9	130	43	2287	605,97	56,04	5,15	186,03	23,96	2,85	110,40	20,01	2,20	224	5,19	194,00	0,391	17,96		
160×100×10	160	100	10	130	43	2528	666,59	61,91	5,13	204,09	26,42	2,84	121,16	22,02	2,19	228	5,23	213,00	0,390	19,85		
160×100×12	160	100	12	130	43	3004	784,22	73,42	5,11	238,75	31,23	2,82	142,14	25,93	2,18	236	5,32	249,00	0,388	23,58		
160×100×14	160	100	14	130	43	3472	897,19	84,65	5,08	271,60	35,89	2,80	162,49	29,75	2,16	243	5,40	282,00	0,385	27,26		
180×110×10	180	110	10	140	47	2833	952,28	78,59	5,80	276,37	32,27	3,12	165,44	26,96	2,42	244	5,88	295,00	0,376	22,20		
180×110×12	180	110	12	140	47	3369	1122,56	93,33	5,77	324,09	38,20	3,10	194,28	31,83	2,40	252	5,97	348,00	0,374	26,40		
200×125×11	200	125	11	140	47	3487	1449,02	107,31	6,45	446,36	45,98	3,58	263,84	38,27	2,75	279	6,50	465,00	0,392	27,37		
200×125×12	200	125	12	140	47	3789	1568,19	116,51	6,43	481,93	49,85	3,57	285,04	41,45	2,74	283	6,54	503,00	0,392	29,74		
200×125×14	200	125	14	140	47	4367	1800,83	134,64	6,41	550,77	57,43	3,54	326,54	47,57	2,73	291	6,62	575,00	0,390	34,43		
200×125×16	200	125	16	140	47	4977	2026,08	152,41	6,38	616,66	64,83	3,52	366,99	53,56	2,72	299	6,71	643,00	0,388	39,07		

Примітка 1. Площа поперечного перерізу та довідкові параметри обчислені за номінальними розмірами. Під час розрахунку маси 1 м нерівнополічного кутика густину сталі прийнято рівною 7,85 г/см³.

Примітка 2. Радіуси заокруглення, форма та розміри спряження внутрішніх граней полиць, вказані на рисунку 1 та в таблиці 1, наведено для лобової калібрів та на готовому прокаті їх не контролюють.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

КУТИКИ СТАЛЕВІ ГАРЯЧЕКАТАНІ РІВНОПОЛИЧНІ

Сортамент

HOT-ROLLED STEEL EQUAL-LEG ANGLES

Range of rolling products

Чинний від 2019-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на кутики сталеві гарячекатані рівнополічні.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті вжито терміни та визначення позначених ними понять згідно з ДСТУ 6026/ГОСТ 26877, а також такі.

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.1 кутик

Кутовий профіль, елементами якого є дві полиці, розташовані під кутом 90°

3.2 кутик рівнополічний

Кутовий профіль, полиці якого мають однакову ширину

3.3 номінальний розмір

Розмір, відносно якого визначають граничні відхили

3.4 точність прокатування

Величина граничних відхилів за розмірами профілю

3.5 граничні відхили

Різниця між граничними та номінальними розмірами.

4 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ТА РОЗМІРИ

4.1 Форма поперечного перерізу рівнополічних кутиків має відповідати рисунку 1.

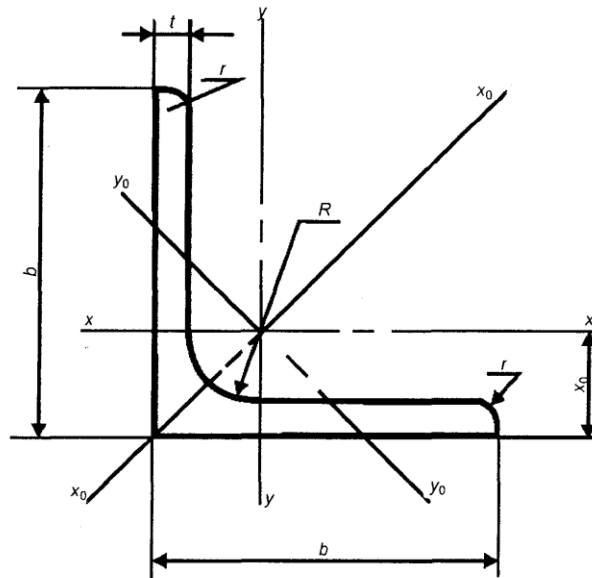


Рисунок 1 — Поперечний переріз рівнополічних кутиків

4.2 Номінальні розміри та параметри рівнополічних кутиків наведено в таблиці 1.

4.3 Позначення розмірів та параметрів, наведених на рисунку 1 та в таблиці 1:

- b — ширина полиці;
- t — товщина полиці;
- R — радіус внутрішнього заокруглення;
- r — радіус заокруглення полиць;
- F — площа поперечного перерізу;
- I — момент інерції;
- x_0 — відстань від центра ваги до зовнішньої грані полиці;
- I_{xy} — відцентровий момент інерції;
- i — радіус інерції.

Таблиця 1 — Номінальні розміри та параметри рівнополічних кутиків

Позначка	Розміри, мм				$F, \text{см}^2$	Довідкові параметри для осей								$I_{xy}, \text{см}^4$	$x_0, \text{см}$	Маса 1 м, кг
	b	t	R	r		$x-x$			x_0-x_0		y_0-y_0					
						$I_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$I_{x_0}, \text{макс. см}^4$	$i_{x_0}, \text{макс. см}$	$I_{y_0}, \text{мін. см}^4$	$W_{y_0}, \text{см}^3$	$i_{y_0}, \text{мін. см}$			
20×20×3	20	3	3,5	1,2	1,13	0,40	0,28	0,59	0,63	0,75	0,17	0,20	0,39	0,23	0,60	0,89
20×20×4	20	4	3,5	1,2	1,46	0,50	0,37	0,58	0,78	0,73	0,22	0,24	0,38	0,28	0,64	1,15
25×25×3	25	3	3,5	1,2	1,43	0,81	0,46	0,75	1,29	0,95	0,34	0,33	0,49	0,47	0,73	1,12
25×25×4	25	4	3,5	1,2	1,86	1,03	0,59	0,74	1,62	0,93	0,44	0,41	0,48	0,59	0,76	1,46
28×28×3	28	3	4,0	1,3	1,62	1,16	0,58	0,85	1,84	1,07	0,48	0,42	0,55	0,68	0,80	1,27
30×30×3	30	3	4,0	1,3	1,74	1,45	0,67	0,91	2,30	1,15	0,60	0,53	0,59	0,85	0,85	1,36
30×30×4	30	4	4,0	1,3	2,27	1,84	0,87	0,90	2,92	1,13	0,77	0,61	0,58	1,08	0,89	1,78
32×32×3	32	3	4,5	1,5	1,86	1,77	0,77	0,97	2,80	1,23	0,74	0,50	0,63	1,03	0,89	1,46
32×32×4	32	4	4,5	1,5	2,43	2,26	1,00	0,96	3,58	1,21	0,94	0,71	0,62	1,32	0,94	1,91
35×35×3	35	3	4,5	1,5	2,04	2,35	0,93	1,07	3,72	1,35	0,97	0,71	0,69	1,37	0,97	1,60
35×35×4	35	4	4,5	1,5	2,67	3,01	1,21	1,06	4,76	1,33	1,25	0,88	0,68	1,75	1,01	2,10
35×35×5	35	5	4,5	1,5	3,28	3,61	1,47	1,05	5,71	1,32	1,52	1,02	0,68	2,10	1,05	2,58
40×40×3	40	3	5,0	1,7	2,35	3,55	1,22	1,23	5,63	1,55	1,47	0,95	0,79	2,08	1,09	1,85
40×40×4	40	4	5,0	1,7	3,08	4,58	1,60	1,22	7,26	1,53	1,90	1,19	0,78	2,68	1,13	2,42
40×40×5	40	5	5,0	1,7	3,79	5,53	1,95	1,21	8,75	1,52	2,30	1,39	0,78	3,22	1,17	2,98
45×45×3	45	3	5,0	1,7	2,65	5,13	1,56	1,39	8,13	1,75	2,12	1,24	0,89	3,00	1,21	2,06
45×45×4	45	4	5,0	1,7	3,48	6,63	2,04	1,38	10,52	1,74	2,74	1,54	0,89	3,89	1,26	2,73
45×45×5	45	5	5,0	1,7	4,29	8,03	2,51	1,37	12,74	1,72	3,33	1,81	0,88	4,71	1,30	3,37
50×50×3	50	3	5,5	1,8	2,96	7,11	1,94	1,55	11,27	1,95	2,95	1,57	1,00	4,16	1,33	2,32
50×50×4	50	4	5,5	1,8	3,89	9,21	2,54	1,54	14,63	1,94	3,80	1,95	0,99	5,42	1,38	3,05
50×50×5	50	5	5,5	1,8	4,80	11,20	3,13	1,53	17,77	1,92	4,63	2,30	0,98	6,57	1,42	3,77
50×50×6	50	6	5,5	1,8	5,69	13,07	3,69	1,52	20,72	1,91	5,43	2,63	0,98	7,65	1,46	4,47
56×56×4	56	4	6,0	2,0	4,38	13,10	3,21	1,73	20,79	2,18	5,41	2,52	1,11	7,69	1,52	3,44
56×56×5	56	5	6,0	2,0	5,41	15,97	3,96	1,72	25,36	2,16	6,59	2,97	1,10	9,41	1,57	4,25
63×63×4	63	4	7,0	2,3	4,96	18,86	4,09	1,95	29,90	2,45	7,81	3,26	1,25	11,00	1,69	3,90
63×63×5	63	5	7,0	2,3	6,13	23,10	5,05	1,94	36,80	2,44	9,52	3,87	1,25	13,70	1,74	4,81
63×63×6	63	6	7,0	2,3	7,28	27,06	5,98	1,93	42,91	2,43	11,18	4,44	1,24	15,90	1,78	5,72

4 Продовження таблиці 1

Позначка	Розміри, мм				F, см ²	Довідкові параметри для осей									I _{yy} , см ⁴	x ₀ , см	Маса 1 м, кг
	b	t	R	r		x-x			x ₀ -x ₀			y ₀ -y ₀					
						I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	I _x max, см ⁴	i _x max, см	I _y min, см ⁴	W _y , см ³	i _y min, см				
70×70×4,5	70	4,5	8,0	2,7	6,20	29,04	5,67	2,16	46,03	2,72	12,04	4,53	1,39	17,00	1,88	4,67	
70×70×5	70	5	8,0	2,7	6,86	31,94	6,27	2,16	50,67	2,72	13,22	4,92	1,39	18,70	1,90	5,38	
70×70×6	70	6	8,0	2,7	8,15	37,58	7,43	2,15	59,64	2,71	15,52	5,66	1,38	22,10	1,94	6,39	
70×70×7	70	7	8,0	2,7	9,42	42,98	8,57	2,14	68,19	2,69	17,77	6,31	1,37	25,20	1,99	7,39	
70×70×8	70	8	8,0	2,7	10,67	48,16	9,68	2,12	76,35	2,68	19,97	6,99	1,37	28,20	2,02	8,37	
75×75×5	75	5	9,0	3,0	7,39	39,53	7,21	2,31	62,65	2,91	16,41	5,74	1,49	23,10	2,02	5,80	
75×75×6	75	6	9,0	3,0	8,78	46,57	8,57	2,30	73,87	2,90	19,28	6,62	1,48	27,30	2,06	6,89	
75×75×7	75	7	9,0	3,0	10,15	53,34	9,89	2,29	84,61	2,89	22,07	7,43	1,47	31,20	2,10	7,96	
75×75×8	75	8	9,0	3,0	11,50	59,84	11,18	2,28	94,89	2,87	24,80	8,16	1,47	35,00	2,15	9,02	
75×75×9	75	9	9,0	3,0	12,83	66,10	12,43	2,27	104,72	2,86	27,48	8,91	1,46	38,60	2,18	10,07	
75×75×10	75	10	9,0	3,0	14,13	72,11	13,66	2,26	114,13	2,84	30,09	9,57	1,46	42,02	2,22	11,10	
80×80×5,5	80	5,5	9,0	3,0	8,63	52,68	9,03	2,47	83,56	3,11	21,80	7,10	1,59	30,90	2,17	6,78	
80×80×6	80	6	9,0	3,0	9,38	56,97	9,80	2,47	90,40	3,11	23,54	7,60	1,58	33,40	2,19	7,36	
80×80×7	80	7	9,0	3,0	10,85	65,31	11,32	2,45	103,60	3,09	26,97	8,55	1,58	38,30	2,23	8,51	
80×80×8	80	8	9,0	3,0	12,30	73,36	12,80	2,44	116,39	3,08	30,32	9,44	1,57	43,00	2,27	9,65	
90×90×6	90	6	10,0	3,3	10,61	82,10	12,49	2,78	130,00	3,50	33,97	9,88	1,79	48,10	2,43	8,33	
90×90×7	90	7	10,0	3,3	12,28	94,30	14,45	2,77	149,67	3,49	38,94	11,15	1,78	55,40	2,47	9,64	
90×90×8	90	8	10,0	3,3	13,93	106,11	16,36	2,76	168,42	3,48	43,80	12,34	1,77	62,30	2,51	10,93	
90×90×9	90	9	10,0	3,3	15,60	118,00	18,29	2,75	186,00	3,46	48,60	13,48	1,77	68,00	2,55	12,20	
90×90×10	90	10	10,0	3,3	17,17	128,6	20,07	2,74	203,96	3,45	53,23	14,51	1,76	75,37	2,59	13,48	
100×100×6,5	100	6,5	12,0	4,0	12,82	122,10	16,69	3,09	193,46	3,89	50,73	13,38	1,99	71,40	2,68	10,06	
100×100×7	100	7	12,0	4,0	13,75	130,59	17,90	3,08	207,01	3,88	54,16	14,13	1,98	76,40	2,71	10,79	
100×100×8	100	8	12,0	4,0	15,60	147,19	20,30	3,07	233,46	3,87	60,92	15,66	1,98	86,30	2,75	12,25	
100×100×9	100	9	12,0	4,0	17,43	163,31	22,66	3,06	259,13	3,86	67,49	17,09	1,97	95,82	2,79	13,68	
100×100×10	100	10	12,0	4,0	19,24	178,95	24,97	3,05	283,83	3,84	74,08	18,51	1,96	110,00	2,83	15,10	
100×100×11	100	11	12,0	4,0	21,03	194,15	27,24	3,04	307,85	3,83	80,44	19,79	1,96	113,71	2,87	16,51	
100×100×12	100	12	12,0	4,0	22,80	208,90	29,47	3,03	330,95	3,81	86,84	21,10	1,95	122,00	2,91	17,90	
100×100×13	100	13	12,0	4,0	24,55	223,23	31,67	3,02	353,41	3,79	93,04	22,29	1,95	130,19	2,95	19,27	
100×100×14	100	14	12,0	4,0	26,28	237,15	33,83	3,00	374,98	3,78	99,32	23,49	1,94	138,00	2,99	20,63	
100×100×15	100	15	12,0	4,0	27,99	250,68	35,95	2,99	395,94	3,76	105,41	24,63	1,94	145,26	3,03	21,97	
100×100×16	100	16	12,0	4,0	29,68	263,82	38,04	2,98	416,04	3,74	111,61	25,79	1,94	152,00	3,06	23,30	
110×110×7	110	7	12,0	4,0	15,15	175,61	21,83	3,40	278,54	4,29	72,68	17,36	2,19	106,00	2,96	11,89	
110×110×8	110	8	12,0	4,0	17,20	198,17	24,77	3,39	314,51	4,28	81,83	19,29	2,18	116,00	3,00	13,50	
120×120×8	120	8	14,0	4,6	18,89	259,31	29,58	3,71	411,21	4,67	107,41	23,49	2,39	151,90	3,23	14,83	
120×120×9	120	9	14,0	4,6	21,12	288,36	33,06	3,69	457,52	4,65	119,20	25,71	2,38	169,16	3,28	16,58	
120×120×10	120	10	14,0	4,6	23,33	316,70	36,49	3,68	502,59	4,64	130,80	27,85	2,37	185,90	3,32	18,31	
120×120×11	120	11	14,0	4,6	25,52	344,34	39,86	3,67	546,46	4,63	142,23	29,91	2,36	202,12	3,36	20,03	
120×120×12	120	12	14,0	4,6	27,69	371,31	43,19	3,66	589,13	4,61	153,49	31,90	2,35	217,82	3,40	21,74	

ДСТУ 2251:2018

5 Продовження таблиці 1

Позначка	Розміри, мм				F, см ²	Довідкові параметри для осей									I _{yy} , см ⁴	x ₀ , см	Маса 1 м, кг
	b	t	R	r		x-x			x ₀ -x ₀			y ₀ -y ₀					
						I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	I _x max, см ⁴	i _x max, см	I _y min, см ⁴	W _y , см ³	i _y min, см				
125×125×8	125	8	14,0	4,6	19,69	294,36	32,20	3,87	466,76	4,87	121,98	25,67	2,49	172,00	3,36	15,46	
125×125×9	125	9	14,0	4,6	22,00	327,48	36,00	3,86	520,00	4,86	135,88	28,26	2,48	192,00	3,40	17,30	
125×125×10	125	10	14,0	4,6	24,33	359,82	39,74	3,85	571,04	4,84	148,59	30,45	2,47	211,00	3,45	19,10	
125×125×12	125	12	14,0	4,6	28,89	422,23	47,06	3,82	670,02	4,82	174,43	34,94	2,46	248,00	3,53	22,68	
125×125×14	125	14	14,0	4,6	33,37	481,76	54,17	3,80	763,90	4,78	199,62	39,10	2,45	282,00	3,61	26,20	
125×125×16	125	16	14,0	4,6	37,77	538,56	61,09	3,78	852,84	4,75	224,29	43,10	2,44	315,00	3,68	29,65	
130×130×8	130	8	14,0	4,6	20,49	332,48	34,93	4,03	527,38	5,07	137,48	27,92	2,59	194,95	3,48	16,08	
130×130×9	130	9	14,0	4,6	22,92	369,98	39,06	4,02	583,28	5,06	152,69	30,61	2,58	217,30	3,53	17,99	
130×130×10	130	10	14,0	4,6	25,33	406,68	43,13	4,01	645,72	5,05	167,65	33,21	2,57	239,03	3,57	19,88	
130×130×11	130	11	14,0	4,6	27,72	442,55	47,14	4,00	707,71	5,03	182,39	35,71	2,56	260,16	3,61	21,76	
130×130×12	130	12	14,0	4,6	30,09	477,61	51,09	3,98	758,28	5,02	196,92	38,13	2,56	280,88	3,65	23,62	
130×130×13	130	13	14,0	4,6	32,44	511,87	54,99	3,97	812,47	5,00	211,28	40,46	2,55	300,60	3,69	25,46	
130×130×14	130	14	14,0	4,6	34,77	547,37	58,84	3,96	865,28	4,99	225,46	42,73	2,54	319,91	3,73	27,29	
130×130×15	130	15	14,0	4,6	37,08	578,12	62,64	3,95	916,75	4,97	239,49	44,92	2,54	338,63	3,77	29,11	
130×130×16	130	16	14,0	4,6	39,37	610,14	66,38	3,94	966,89	4,96	253,40	47,05	2,54	356,74	3,81	30,90	
130×130×17	130	17	14,0	4,6	41,64	641,46	70,08	3,92	1015,73	4,94	267,18	49,12	2,53	374,27	3,85	32,69	
130×130×18	130	18	14,0	4,6	43,89	672,08	73,73	3,91	1069,29	4,92	280,87	51,13	2,53	391,21	3,88	34,45	
140×140×8	140	8	14,0	4,6	22,09	418,15	40,72	4,35	663,63	5,48	172,68	32,72	2,80	245,47	3,73	17,34	
140×140×9	140	9	14,0	4,6	24,72	465,72	45,55	4,34	739,42	5,47	192,03	35,92	2,79	274,00	3,76	19,41	
140×140×10	140	10	14,0	4,6	27,33	512,29	50,32	4,33	813,62	5,46	210,96	39,05	2,78	301,00	3,82	21,45	
140×140×11	140	11	14,0	4,6	29,92	557,87	55,02	4,32	886,26	5,44	229,48	42,03	2,77	328,39	3,86	23,49	
140×140×12	140	12	14,0	4,6	32,49	602,49	59,66	4,31	956,98	5,43	248,01	44,97	2,76	354,00	3,90	25,50	
140×140×13	140	13	14,0	4,6	35,04	646,18	64,24	4,29	1026,31	5,41	266,05	47,72	2,76	380,13	3,94	27,51	
140×140×14	140	14	14,0	4,6	37,57	688,95	68,77	4,28	1093,90	5,40	284,00	50,44	2,75	404,91	3,98	29,49	
140×140×15	140	15	14,0	4,6	40,08	730,83	73,23	4,27	1159,91	5,38	301,76	53,07	2,74	429,07	4,02	31,46	
140×140×16	140	16	14,0	4,6	42,57	771,84	77,64	4,26	1224,34	5,36	319,34	55,64	2,74	452,50	4,06	33,42	
150×150×10	150	10	14,0	4,6	23,33	634,76	58,07	4,65	1008,69	5,86	260,84	45,33	2,98	373,92	4,07	23,02	
150×150×11	150	11	14,0	4,6	32,12	691,68	63,52	4,64	1099,31	5,85	284,05	48,86	2,97	407,63	4,11	25,21	
150×150×12	150	12	14,0	4,6	34,89	747,48	68,90	4,63	1187,99	5,83	306,96	52,28	2,97	440,52	4,15	27,39	
150×150×13	150	13	14,0	4,6	37,64	802,17	74,22	4,62	1274,7								

Продовження таблиці 1

Позначка	Розміри, мм				F, см ²	Довідкові параметри для осей									I _{yy} , см ⁴	x ₀ , см	Маса 1 м, кг
	b	t	R	r		x—x			x ₀ —x ₀		y ₀ —y ₀						
						I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	I _{x0} max, см ⁴	i _{x0} , см	I _{y0} min, см ⁴	W _{y0} , см ³	i _{y0} min, см				
160×160×10	160	10	16,0	5,3	31,43	774,24	66,19	4,96	1229,10	6,25	319,33	52,52	3,19	455,00	4,30	24,67	
160×160×11	160	11	16,0	5,3	34,42	844,21	72,44	4,95	1340,06	6,24	347,77	56,53	3,18	496,00	4,35	27,02	
160×160×12	160	12	16,0	5,3	37,39	912,89	78,62	4,94	1450,00	6,23	375,78	60,53	3,17	537,00	4,39	29,35	
160×160×13	160	13	16,0	5,3	40,34	980,30	84,73	4,93	1557,36	6,21	403,24	64,36	3,16	577,06	4,43	31,67	
160×160×14	160	14	16,0	5,3	43,57	1046,47	90,77	4,92	1662,13	6,20	430,81	68,15	3,16	615,00	4,47	34,20	
160×160×15	160	15	16,0	5,3	46,18	1111,42	96,73	4,91	1765,20	6,18	457,65	71,74	3,15	653,77	4,51	36,25	
160×160×16	160	16	16,0	5,3	49,07	1175,19	102,64	4,89	1865,73	6,17	484,64	75,92	3,14	690,00	4,55	38,52	
160×160×17	160	17	16,0	5,3	51,94	1237,79	108,47	4,88	1964,62	6,15	510,95	78,73	3,14	726,83	4,59	40,77	
160×160×18	160	18	16,0	5,3	54,79	1290,24	114,24	4,87	2061,03	6,13	537,46	82,08	3,13	771,00	4,63	43,01	
160×160×19	160	19	16,0	5,3	57,62	1359,59	119,85	4,86	2155,86	6,12	563,32	85,38	3,13	796,27	4,67	45,43	
160×160×20	160	20	16,0	5,3	60,40	1418,85	125,60	4,85	2248,26	6,10	589,43	90,02	3,12	830,00	4,70	47,41	
180×180×11	180	11	16,0	5,3	38,80	1216,44	92,47	5,60	1933,10	7,06	499,78	72,86	3,59	716,00	4,85	30,47	
180×180×12	180	12	16,0	5,3	42,19	1316,62	100,41	5,59	2092,78	7,04	540,45	78,15	3,58	776,00	4,89	33,12	
180×180×14	180	14	16,0	5,3	48,87	1512,05	116,04	5,56	2403,91	7,01	620,19	88,24	3,56	891,86	4,97	38,36	
180×180×15	180	15	16,0	5,3	52,18	1607,36	123,74	5,55	2555,51	7,00	659,52	93,08	3,55	947,84	5,01	40,96	
180×180×16	180	16	16,0	5,3	55,47	1701,12	131,36	5,54	2703,79	6,98	698,45	97,80	3,55	1002,67	5,05	43,54	
180×180×17	180	17	16,0	5,3	58,74	1793,34	138,90	5,52	2849,68	6,96	737,01	102,41	3,54	1056,33	5,09	46,11	
180×180×18	180	18	16,0	5,3	61,99	1884,07	146,36	5,51	2992,91	6,95	775,22	106,91	3,53	1108,84	5,13	48,66	
180×180×20	180	20	16,0	5,3	68,43	2061,12	161,07	5,49	3271,53	6,91	850,70	115,59	3,52	1210,41	5,20	53,72	
200×200×12	200	12	18,0	6,0	47,10	1822,78	124,61	6,22	2896,16	7,84	749,40	98,68	3,99	1073,00	5,37	36,97	
200×200×13	200	13	18,0	6,0	50,85	1967,77	134,44	6,21	3116,18	7,83	805,35	105,07	3,98	1156,00	5,42	39,92	
200×200×14	200	14	18,0	6,0	54,60	2090,00	144,17	6,20	3333,00	7,81	861,00	111,50	3,97	1236,00	5,46	42,80	
200×200×15	200	15	18,0	6,0	58,29	2230,63	153,82	6,19	3546,11	7,8	915,15	117,70	3,96	1315,48	5,50	45,76	
200×200×16	200	16	18,0	6,0	61,98	2362,57	163,37	6,17	3755,39	7,78	969,74	123,77	3,96	1393,00	5,54	48,65	
200×200×17	200	17	18,0	6,0	65,65	2492,56	172,84	6,16	3961,99	7,77	1023,13	129,68	3,95	1469,43	5,58	51,54	
200×200×18	200	18	18,0	6,0	69,30	2620,64	182,22	6,15	4164,88	7,75	1076,39	135,47	3,94	1544,25	5,62	54,40	
200×200×20	200	20	18,0	6,0	76,54	2871,47	200,73	6,12	4860,42	7,72	1181,92	146,62	3,93	1689,00	5,70	60,08	
200×200×24	200	24	18,0	6,0	90,78	3350,66	236,77	6,07	5313,93	7,65	1387,38	167,74	3,91	1963,28	5,85	71,26	
200×200×25	200	25	18,0	6,0	94,29	3466,21	245,59	6,06	5494,04	7,63	1438,38	172,68	3,91	2028,00	5,89	74,02	
200×200×26	200	26	18,0	6,0	97,78	3580,10	254,33	6,05	5671,78	7,62	1488,43	177,69	3,90	2091,68	5,92	76,76	
200×200×28	200	28	18,0	6,0	104,70	3803,0	271,59	6,03	6017,51	7,58	1588,50	187,29	3,89	2214,50	5,99	82,19	
200×200×30	200	30	18,0	6,0	111,54	4019,60	288,57	6,00	6351,05	7,55	1698,16	193,06	3,89	2332,00	6,07	87,56	
220×220×14	220	14	21,0	7,0	60,38	2814,36	175,18	6,83	4470,15	8,60	1158,56	138,62	4,38	1655,00	5,91	47,40	
220×220×16	220	16	21,0	7,0	68,58	3175,44	198,71	6,80	5045,37	8,58	1305,52	153,34	4,36	1869,00	6,02	53,83	

Кінець таблиці 1

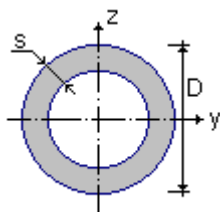
Позначка	Розміри, мм				F, см ²	Довідкові параметри для осей									I _{yy} , см ⁴	x ₀ , см	Маса 1 м, кг
	b	t	R	r		x—x			x ₀ —x ₀		y ₀ —y ₀						
						I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	I _{x0} max, см ⁴	i _{x0} , см	I _{y0} min, см ⁴	W _{y0} , см ³	i _{y0} min, см				
250×250×16	250	16	24,0	8,0	78,40	4717,10	258,43	7,76	7492,10	9,78	1942,09	203,45	4,98	2775,00	6,75	61,55	
250×250×18	250	18	24,0	8,0	87,72	5247,24	288,82	7,73	8336,69	9,75	2157,78	223,39	4,96	3089,00	6,83	68,86	
250×250×20	250	20	24,0	8,0	96,96	5764,87	318,76	7,71	9159,73	9,72	2370,01	242,52	4,94	3395,00	6,91	76,11	
250×250×22	250	22	24,0	8,0	106,12	6270,32	348,26	7,69	9961,30	9,69	2579,04	260,52	4,93	3691,00	7,00	83,31	
250×250×25	250	25	24,0	8,0	119,71	7006,39	391,72	7,65	11125,52	9,64	2887,26	287,14	4,91	4119,00	7,11	93,97	
250×250×28	250	28	24,0	8,0	133,12	7716,86	434,25	7,61	12243,84	9,59	3189,89	311,98	4,90	4527,00	7,23	104,50	
250×250×30	250	30	24,0	8,0	141,96	8176,82	462,11	7,59	12964,66	9,56	3388,98	327,82	4,89	4788,00	7,31	111,44	
250×250×35	250	35	24,0	8,0	163,71	9281,05	530,11	7,53	14682,73	9,47	3879,37	366,13	4,87	5401,68	7,53	128,51	

Примітка 1. Площа поперечного перерізу та довідкові параметри обчислені за номінальними розмірами. Під час розрахунку маси 1 м рівнополічного кутка густину сталі прийнято такою, що дорівнює 7,85 г/см³.

Примітка 2. Радіуси заокруглення, зазначені на рисунку 1 та в таблиці 1, наведено для лобудови калібрів і на готовому прокаті їх не контролюють.

Сортамент ОТУА

Профіль: Труба кругла



	D	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
21.3×1.60	21	2	1,0	0,5	0,5	7,0	0,78
21.3×2.00	21	2	1,2	0,6	0,5	6,9	0,95
21.3×2.30	21	2	1,4	0,6	0,6	6,8	1,08
25.0×1.50	25	2	1,1	0,8	0,6	8,3	0,87
25.0×2.00	25	2	1,4	1,0	0,8	8,2	1,13
26.9×2.00	27	2	1,6	1,2	0,9	8,8	1,23
26.9×2.30	27	2	1,8	1,4	1,0	8,7	1,39
26.9×2.50	27	3	1,9	1,4	1,1	8,7	1,50
26.9×3.20	27	3	2,4	1,7	1,3	8,5	1,87
28.0×1.50	28	2	1,2	1,1	0,8	9,4	0,98
28.0×2.00	28	2	1,6	1,4	1,0	9,2	1,28
28.0×2.50	28	3	2,0	1,6	1,2	9,1	1,57
30.0×1.50	30	2	1,3	1,4	0,9	10,1	1,05
30.0×2.00	30	2	1,8	1,7	1,2	9,9	1,38
30.0×2.50	30	3	2,2	2,1	1,4	9,8	1,70
30.0×3.00	30	3	2,5	2,3	1,6	9,6	2,00
32.0×1.50	32	2	1,4	1,7	1,0	10,8	1,13
32.0×2.00	32	2	1,9	2,1	1,3	10,6	1,48
32.0×2.50	32	3	2,3	2,5	1,6	10,5	1,82
32.0×3.00	32	3	2,7	2,9	1,8	10,3	2,15
33.7×2.00	34	2	2,0	2,5	1,5	11,2	1,56
33.7×2.25	34	2	2,2	2,8	1,6	11,1	1,75
33.7×2.60	34	3	2,5	3,1	1,8	11,0	1,99
33.7×3.20	34	3	3,1	3,6	2,1	10,8	2,41
33.7×3.50	34	4	3,3	3,8	2,3	10,8	2,61
33.7×4.00	34	4	3,7	4,2	2,5	10,6	2,93
35.0×1.50	35	2	1,6	2,2	1,3	11,9	1,24
35.0×2.00	35	2	2,1	2,8	1,6	11,7	1,63
35.0×2.50	35	3	2,6	3,4	1,9	11,5	2,00
35.0×3.00	35	3	3,0	3,9	2,2	11,4	2,37
35.0×3.50	35	4	3,5	4,4	2,5	11,2	2,72
37.5×1.50	38	2	1,7	2,8	1,5	12,7	1,33
37.5×2.00	38	2	2,2	3,5	1,9	12,6	1,75
37.5×2.50	38	3	2,8	4,2	2,3	12,4	2,16
37.5×3.00	38	3	3,3	4,9	2,6	12,2	2,55
37.5×3.50	38	4	3,7	5,5	2,9	12,1	2,93
38.0×1.50	38	2	1,7	2,9	1,5	12,9	1,35
38.0×2.00	38	2	2,3	3,7	1,9	12,8	1,78
38.0×2.50	38	3	2,8	4,4	2,3	12,6	2,19
38.0×3.00	38	3	3,3	5,1	2,7	12,4	2,59
38.0×3.50	38	4	3,8	5,7	3,0	12,3	2,98
38.0×4.00	38	4	4,3	6,3	3,3	12,1	3,35
38.0×4.50	38	5	4,7	6,8	3,6	12,0	3,72

	D	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	KG/M
38.0×5.00	38	5	5,2	7,2	3,8	11,8	4,07
39.0×1.50	39	2	1,8	3,1	1,6	13,3	1,39
39.0×2.00	39	2	2,3	4,0	2,1	13,1	1,82
39.0×2.50	39	3	2,9	4,8	2,5	12,9	2,25
39.0×3.00	39	3	3,4	5,5	2,8	12,8	2,66
39.0×4.00	39	4	4,4	6,8	3,5	12,5	3,45
39.0×4.50	39	5	4,9	7,4	3,8	12,3	3,83
40.0×1.50	40	2	1,8	3,4	1,7	13,6	1,42
40.0×2.00	40	2	2,4	4,3	2,2	13,5	1,87
40.0×2.50	40	3	2,9	5,2	2,6	13,3	2,31
40.0×3.00	40	3	3,5	6,0	3,0	13,1	2,74
40.0×3.50	40	4	4,0	6,7	3,4	13,0	3,15
40.0×4.00	40	4	4,5	7,4	3,7	12,8	3,55
40.0×4.50	40	5	5,0	8,0	4,0	12,7	3,94
41.5×1.50	42	2	1,9	3,8	1,8	14,2	1,48
41.5×2.00	42	2	2,5	4,9	2,3	14,0	1,95
41.5×2.50	42	3	3,1	5,9	2,8	13,8	2,40
41.5×3.00	42	3	3,6	6,8	3,3	13,7	2,85
41.5×4.00	42	4	4,7	8,4	4,0	13,3	3,70
41.5×4.50	42	5	5,2	9,1	4,4	13,2	4,11
42.4×2.00	42	2	2,5	5,2	2,4	14,3	1,99
42.4×2.25	42	2	2,8	5,7	2,7	14,2	2,23
42.4×2.60	42	3	3,5	6,5	3,0	14,1	2,55
42.4×2.90	42	3	3,6	7,1	3,3	14,0	2,83
42.4×3.20	42	3	3,9	7,6	3,6	13,6	3,09
42.4×4.00	42	4	4,8	9,0	4,2	13,6	3,79
42.4×5.00	42	5	5,9	10,5	4,9	13,3	4,61
42.4×5.60	42	6	6,5	11,2	5,3	13,2	5,08
42.4×6.00	42	6	6,9	11,7	5,5	13,0	5,39
44.5×1.50	45	2	2,0	4,7	2,1	15,2	1,59
44.5×2.00	45	2	2,7	6,0	2,7	15,0	2,10
44.5×2.50	45	3	3,3	7,3	3,3	14,9	2,59
44.5×3.00	45	3	3,9	8,5	3,8	14,7	3,07
44.5×3.50	45	4	4,5	9,5	4,3	14,6	3,54
44.5×4.00	45	4	5,1	10,5	4,7	14,4	4,00
44.5×4.50	45	5	5,7	11,5	5,2	14,2	4,44
45.0×1.50	45	2	2,0	4,9	2,2	15,4	1,61
45.0×2.00	45	2	2,7	6,3	2,8	15,2	2,12
45.0×3.00	45	3	4,0	8,8	3,9	14,9	3,11
45.0×4.00	45	4	5,2	10,9	4,9	14,6	4,04
45.0×4.50	45	5	5,7	11,9	5,3	14,4	4,49
48.3×2.00	48	2	2,9	7,8	3,2	16,4	2,28
48.3×2.50	48	3	3,6	9,5	3,9	16,2	2,82
48.3×2.60	48	3	3,7	9,8	4,0	16,2	2,93
48.3×2.90	48	3	4,1	10,7	4,4	16,1	3,25
48.3×3.20	48	3	4,5	11,6	4,8	16,0	3,56
48.3×4.00	48	4	5,6	13,8	5,7	15,7	4,37
48.3×4.50	48	5	6,2	15,0	6,2	15,6	4,86
48.3×5.00	48	5	6,8	16,2	6,7	15,4	5,34
48.3×5.60	48	6	7,5	17,4	7,2	15,2	5,90
48.3×6.00	48	6	8,0	18,2	7,5	15,1	6,26
48.3×6.30	48	6	8,3	18,7	7,8	15,0	6,53
50.0×1.50	50	2	2,3	6,7	2,7	17,2	1,79
50.0×2.00	50	2	3,0	8,7	3,5	17,0	2,37
50.0×2.50	50	3	3,7	10,6	4,2	16,8	2,93
50.0×3.00	50	3	4,4	12,3	4,9	16,6	3,48
50.0×3.50	50	4	5,1	13,9	5,6	16,5	4,01
50.0×4.00	50	4	5,8	15,4	6,2	16,3	4,54
50.0×5.00	50	5	7,1	18,1	7,2	16,0	5,55

	D	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	KG/M
50.0×5.60	50	6	7,8	19,6	7,8	15,8	6,13
50.0×6.00	50	6	8,3	20,4	8,2	15,7	6,51
50.0×6.30	50	6	8,6	21,1	8,4	15,6	6,79
51.0×1.50	51	2	2,3	7,2	2,8	17,5	1,83
51.0×2.00	51	2	3,1	9,3	3,6	17,3	2,42
51.0×2.50	51	3	3,8	11,2	4,4	17,2	2,99
51.0×3.00	51	3	4,5	13,1	5,1	17,0	3,55
51.0×3.50	51	4	5,2	14,8	5,8	16,8	4,10
51.0×4.00	51	4	5,9	16,4	6,4	16,7	4,64
51.0×5.00	51	5	7,2	19,3	7,6	16,4	5,67
51.0×5.60	51	6	8,0	20,4	8,2	16,2	6,27
51.0×6.00	51	6	8,5	21,9	8,6	16,1	6,66
51.0×6.30	51	6	8,8	22,5	8,8	16,0	6,95
52.0×2.00	52	2	3,1	9,8	3,8	17,7	2,47
52.0×3.00	52	3	4,6	13,9	5,4	17,4	3,63
52.0×4.00	52	4	6,0	17,5	6,7	17,0	4,74
52.0×5.00	52	5	7,4	20,6	7,9	16,7	5,80
52.0×5.60	52	6	8,2	22,3	8,6	16,5	6,41
52.0×6.00	52	6	8,7	23,3	9,0	16,4	6,81
52.0×6.30	52	6	9,0	24,1	9,3	16,3	7,10
55.0×2.00	55	2	3,3	11,7	4,3	18,8	2,61
55.0×2.50	55	3	4,1	14,2	5,2	18,6	3,24
55.0×2.90	55	3	4,7	16,2	5,9	18,4	3,73
55.0×3.20	55	3	5,2	17,5	6,4	18,4	4,09
55.0×4.00	55	4	6,4	21,0	7,6	18,1	5,03
55.0×5.00	55	5	7,9	24,8	9,0	17,8	6,17
55.0×5.60	55	6	8,7	26,9	9,8	17,6	6,82
55.0×6.00	55	6	9,2	28,1	10,2	17,4	7,25
55.0×6.30	55	6	9,6	29,1	10,6	17,4	7,57
57.0×2.00	57	2	3,5	13,1	4,6	19,5	2,72
57.0×2.50	57	3	4,3	15,9	5,6	19,3	3,36
57.0×2.90	57	3	4,9	18,1	6,3	19,1	3,87
57.0×3.20	57	3	5,4	19,6	6,9	19,1	4,25
57.0×4.00	57	4	6,7	23,5	8,3	18,8	5,23
57.0×4.50	57	5	7,4	25,8	9,0	18,6	5,83
57.0×5.00	57	5	8,2	27,9	9,8	18,5	6,41
57.0×5.60	57	6	9,0	30,2	10,6	18,3	7,10
57.0×6.00	57	6	9,6	31,7	11,1	18,2	7,55
57.0×6.30	57	6	10,0	32,7	11,5	18,1	7,88
58.0×2.00	58	2	3,5	13,8	4,8	19,8	2,76
58.0×3.00	58	3	5,2	19,7	6,8	19,5	4,07
58.0×4.00	58	4	6,8	24,9	8,6	19,1	5,33
58.0×5.00	58	5	8,3	29,5	10,2	18,8	6,54
58.0×5.60	58	6	9,2	32,0	11,0	18,6	7,24
58.0×6.00	58	6	9,8	33,6	11,6	18,5	7,69
58.0×6.30	58	6	10,2	34,7	12,0	18,4	8,03
59.8×1.50	60	2	2,8	11,7	3,9	20,6	2,16
59.8×2.00	60	2	3,6	15,2	5,1	20,4	2,85
59.8×3.00	60	3	5,3	21,7	7,2	20,1	4,20
59.8×4.00	60	4	7,0	27,4	9,2	19,8	5,50
59.8×4.50	60	5	7,8	30,1	10,1	19,6	6,14
60.3×2.00	60	2	3,7	15,6	5,2	20,6	2,88
60.3×2.50	60	3	4,5	17,0	6,3	20,5	3,56
60.3×2.60	60	3	4,7	19,7	6,5	20,4	3,70
60.3×2.90	60	3	5,2	21,6	7,2	20,3	4,11
60.3×3.20	60	3	5,7	23,5	7,8	20,2	4,51
60.3×4.00	60	4	7,1	28,2	9,3	20,0	5,55
60.3×4.50	60	5	7,9	30,9	10,3	19,8	6,19
60.3×5.00	60	5	8,7	33,5	11,1	19,6	6,82

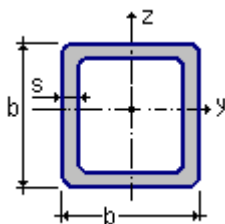
	D	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	KG/M
60.3×5.60	60	6	9,6	36,4	12,1	19,4	7,55
60.3×6.00	60	6	10,2	38,2	12,7	19,3	8,03
60.3×6.30	60	6	10,7	39,5	13,1	19,2	8,39
61.5×2.00	62	2	3,7	16,6	5,4	21,1	2,93
61.5×2.50	62	3	4,6	20,2	6,6	20,9	3,64
61.5×3.00	62	3	5,5	23,7	7,7	20,7	4,33
61.5×4.00	62	4	7,2	30,0	9,8	20,4	5,67
61.5×4.50	62	5	8,1	32,9	10,7	20,2	6,33
61.5×5.00	62	5	8,9	35,7	11,6	20,1	6,97
61.5×5.60	62	6	9,8	38,8	12,6	19,9	7,72
61.5×6.00	62	6	10,5	40,8	13,3	19,7	8,21
61.5×6.30	62	6	10,9	42,2	13,7	19,6	8,58
62.3×2.00	62	2	3,8	17,2	5,5	21,3	2,97
62.3×2.50	62	3	4,7	21,0	6,8	21,2	3,69
62.3×3.00	62	3	5,6	24,6	7,9	21,0	4,39
62.3×3.50	62	4	6,5	28,0	9,0	20,8	5,07
62.3×4.00	62	4	7,3	31,3	10,0	20,7	5,75
62.3×4.50	62	5	8,2	34,3	11,0	20,5	6,41
62.3×5.00	62	5	9,0	37,2	12,0	20,3	7,07
62.3×5.60	62	6	10,0	40,5	13,0	20,1	7,83
62.3×6.30	62	6	11,1	44,0	14,1	19,9	8,70
63.5×2.00	64	2	3,9	18,3	5,8	21,8	3,03
63.5×3.00	64	3	5,7	26,1	8,2	21,4	4,48
63.5×3.50	64	4	6,6	29,8	9,4	21,3	5,18
63.5×4.00	64	4	7,5	33,2	10,5	21,1	5,67
63.5×5.00	64	5	9,2	39,6	12,5	20,8	7,21
63.5×5.60	64	6	10,2	43,1	13,6	20,6	8,00
63.5×6.00	64	6	10,8	45,3	14,3	20,4	8,51
63.5×6.30	64	6	11,3	46,9	14,8	20,3	8,89
70.0×2.00	70	2	4,3	24,7	7,1	24,1	3,35
70.0×2.50	70	3	5,3	30,2	8,6	23,9	4,16
70.0×3.00	70	3	6,3	35,5	10,1	23,7	4,90
70.0×3.20	70	3	6,7	37,5	10,7	23,6	5,27
70.0×4.00	70	4	8,3	45,3	12,9	23,4	6,51
70.0×4.50	70	5	9,3	49,9	14,3	23,2	7,27
70.0×5.00	70	5	10,2	54,2	15,5	23,1	8,02
70.0×5.60	70	6	11,3	59,2	16,9	22,9	8,89
70.0×6.00	70	6	12,1	62,3	17,8	22,7	9,47
70.0×6.30	70	6	12,6	64,6	18,5	22,6	9,90
74.5×2.00	75	2	4,6	30,0	8,0	25,6	3,58
74.5×3.00	75	3	6,7	43,1	11,6	25,3	5,29
74.5×4.00	75	4	8,9	55,2	14,8	25,0	6,95
74.5×5.00	75	5	10,9	66,3	17,8	24,6	8,57
74.5×5.60	75	6	12,1	72,4	19,4	24,4	9,52
74.5×6.00	75	6	12,9	76,3	20,5	24,3	10,14
74.5×6.30	75	6	13,5	79,2	21,3	24,2	10,60
76.1×2.00	76	2	4,7	32,0	8,4	26,2	3,65
76.1×2.50	76	3	5,8	39,2	10,3	26,0	4,54
76.1×2.90	76	3	6,7	44,7	11,8	25,9	5,24
76.1×3.20	76	3	7,3	48,8	12,8	25,8	5,75
76.1×3.60	76	4	8,2	54,0	14,2	25,7	6,44
76.1×4.00	76	4	9,1	59,1	15,5	25,5	7,11
76.1×4.50	76	5	10,1	65,1	17,1	25,4	7,95
76.1×5.00	76	5	11,2	70,9	18,6	25,2	8,77
76.1×5.60	76	6	12,4	77,6	20,4	25,0	9,74
76.1×6.00	76	6	13,2	81,8	21,5	24,9	10,37
76.1×6.30	76	6	13,8	84,8	22,3	24,8	10,64
82.5×2.00	83	2	5,1	41,0	9,9	28,5	3,97
82.5×3.00	83	3	7,5	59,3	14,4	28,1	5,88

	D	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	KG/M
82.5×3.50	83	4	8,7	67,9	16,5	28,0	6,82
82.5×4.00	83	4	9,9	76,2	18,5	27,8	7,74
82.5×4.50	83	5	11,0	84,1	20,4	27,6	8,66
88.9×2.00	89	2	5,5	51,6	11,6	30,7	4,29
88.9×2.50	89	3	6,8	63,4	14,3	30,6	5,33
88.9×3.00	89	3	8,1	74,8	16,8	30,4	6,36
88.9×3.20	89	3	8,6	79,2	17,8	30,3	6,76
88.9×4.00	89	4	10,7	96,3	21,7	30,1	8,38
88.9×4.50	89	5	11,9	106,5	24,0	29,9	9,37
88.9×5.00	89	5	13,2	116,4	26,2	29,7	10,35
88.9×5.60	89	6	14,7	127,7	28,7	29,5	11,50
88.9×6.00	89	6	15,6	134,9	30,4	29,4	12,27
88.9×6.30	89	6	16,3	140,2	31,6	29,3	12,83
101.6×3.00	102	3	9,3	113,0	22,3	34,9	7,30
101.6×3.60	102	4	11,1	133,2	26,2	34,7	8,70
101.6×4.00	102	4	12,3	146,3	20,8	34,5	9,63
101.6×5.00	102	5	15,2	177,5	34,9	34,2	11,91
101.6×6.30	102	6	18,9	215,1	42,3	33,8	14,81
108.0×3.20	108	3	10,5	144,8	26,8	37,1	8,27
108.0×3.60	108	4	11,8	161,1	29,8	36,9	9,27
108.0×4.00	108	4	13,1	176,9	32,8	36,8	10,26
108.0×5.00	108	5	16,2	215,1	39,8	36,5	12,70
114.3×3.00	114	3	10,5	162,6	28,4	39,4	8,23
114.3×3.60	114	4	12,5	192,0	33,6	39,2	9,83
114.3×4.00	114	4	13,9	211,1	36,9	39,0	10,88
114.3×5.00	114	5	17,2	256,9	45,0	38,7	13,48
114.3×6.30	114	6	21,4	312,7	54,7	38,3	16,78
127.0×3.00	127	3	11,7	224,8	35,4	43,9	9,17
127.0×4.00	127	4	15,5	292,6	46,1	43,5	12,10
127.0×5.00	127	5	19,2	357,1	56,2	43,2	15,10
133.0×3.00	133	3	12,3	259,0	39,9	46,0	9,62
133.0×4.00	133	4	16,2	337,5	50,8	45,6	12,70
133.0×5.00	133	5	20,1	412,4	62,0	45,3	15,80
139.7×3.00	140	3	12,7	301,1	43,1	48,3	10,11
139.7×4.00	140	4	17,0	392,9	56,2	48,0	13,39
139.7×5.00	140	5	21,2	480,5	68,8	47,7	16,61
139.7×6.30	140	6	26,4	588,6	84,3	47,2	20,73
152.4×3.00	152	3	14,1	393,0	51,6	52,8	11,05
152.4×4.00	152	4	18,6	513,7	67,4	52,5	14,60
152.4×5.00	152	5	23,2	629,5	82,6	52,1	18,18
159.0×4.00	159	4	19,5	585,3	73,6	54,8	15,29
159.0×5.00	159	5	24,2	717,9	90,3	54,5	18,99
159.0×6.00	159	6	28,8	845,2	106,3	54,1	22,64
168.3×3.20	168	3	16,6	565,7	67,2	58,4	13,03
168.3×4.00	168	4	20,6	697,1	82,8	58,1	16,21
168.3×4.50	168	5	23,2	777,2	92,4	57,9	18,18
168.3×5.00	168	5	25,7	855,8	101,7	57,8	20,14
168.3×6.30	168	6	32,1	1053,0	125,2	57,3	25,30
168.3×8.00	168	8	40,3	1297,3	154,2	56,8	31,62
168.3×10.0	168	10	49,7	1564,0	185,9	56,1	39,04
193.7×3.20	194	3	19,1	869,0	89,7	67,4	15,03
193.7×4.00	194	4	23,8	1073,0	110,8	67,1	18,71
193.7×5.00	194	5	29,6	1320,0	136,3	66,7	23,27
193.7×6.00	194	6	35,4	1560,0	161,0	66,4	27,77
193.7×8.00	194	8	46,7	2016,0	206,1	65,7	36,64
193.7×10.0	194	10	57,7	2441,0	252,1	65,0	45,30
219.1×3.20	219	3	21,7	1265,0	115,5	76,3	17,04
219.1×4.00	219	4	27,0	1564,0	142,8	76,1	21,22
219.1×5.00	219	5	33,6	1928,0	176,0	75,7	26,40

	D	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	KG/M
219.1×6.30	219	6	42,1	2386,0	217,8	75,3	33,06
219.1×8.00	219	8	53,1	2960,0	270,2	74,7	41,65
219.1×10.0	219	10	65,7	3598,5	328,5	74,0	51,56
244.5×6.30	245	6	47,1	3346,1	273,7	84,3	37,00
244.5×8.00	245	8	59,4	4160,5	340,3	83,7	46,66
244.5×10.0	245	10	73,7	5073,3	415,0	83,0	57,83
273.0×4.00	273	4	33,8	3058,0	224,0	95,1	26,54
273.0×5.00	273	5	42,1	3781,0	277,0	94,8	33,05
273.0×6.30	273	6	52,8	4696,0	344,0	94,3	41,44
273.0×8.00	273	8	66,6	5852,0	428,7	93,7	52,28
273.0×10.0	273	10	82,6	7154,2	524,1	93,1	64,86
323.9×4.00	324	4	40,2	5143,0	317,6	113,1	31,56
323.9×5.00	324	5	50,1	6369,0	393,3	112,8	39,32
323.9×5.60	324	6	56,0	7094,0	438,0	112,5	44,00
323.9×6.00	324	6	59,9	7572,0	467,6	112,4	47,04
323.9×6.30	324	6	62,9	7928,0	489,6	112,3	49,30
323.9×8.00	324	8	79,4	9910,0	611,9	111,7	62,32
323.9×10.0	324	10	98,6	12158,6	750,8	111,0	77,41
355.6×5.00	356	5	55,1	8463,0	476,0	124,0	44,20
355.6×6.00	356	6	65,9	10070,0	566,4	123,6	51,36
355.6×8.00	356	8	87,4	13201,7	742,5	122,9	68,58
406.4×5.00	406	5	63,1	12700,0	625,0	141,9	50,50
406.4×5.60	406	6	70,5	14161,0	696,9	141,7	55,35
406.4×6.00	406	6	75,5	15128,0	744,5	141,6	59,00
406.4×6.30	406	6	79,2	15849,0	780,0	141,5	62,20
406.4×8.00	406	8	100,1	19873,0	978,0	140,9	79,00
406.4×10.0	406	10	124,5	24476,0	1204,5	140,2	97,76
508.0×6.30	508	6	99,3	31230,0	1230,0	177,0	77,90
508.0×8.00	508	8	126,0	39260,0	1546,0	177,0	98,60
508.0×10.0	508	10	156,0	48500,0	1909,0	176,0	123,00
508.0×12.5	508	13	194,0	59730,0	2351,0	175,0	153,00
610.0×6.30	610	6	119,0	54300,0	1782,0	213,0	93,70
610.0×8.00	610	8	151,0	68380,0	2243,0	213,0	119,00
610.0×10.0	610	10	188,0	84630,0	2777,0	212,0	148,00
610.0×12.5	610	13	234,0	104500,0	3428,0	211,0	184,00

Сортамент ОТУА

Профіль: Труба квадратна



Характеристики перерізу

b – зовнішній розмір, мм; s – товщина стінки труби, мм; P – маса 1 м труб, кг;

A – площа поперечного перерізу труби, мм²;

I_z, I_y – моменти інерції перерізу для осей z та y , см⁴;


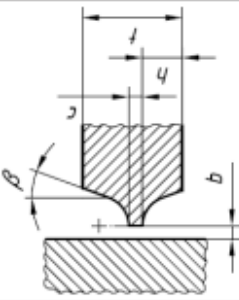
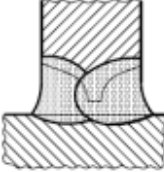
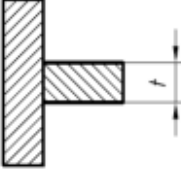
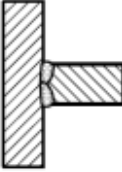
W_z, W_y – моменти опору перерізу для осей z та y , см³.

	b	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
20×1.50	20	2	1,1	0,6	0,6	7,5	0,87
20×2.00	20	2	1,4	0,8	0,8	7,0	1,13
22×2.30	22	2	1,7	1,1	1,0	8,0	1,28
25×1.50	25	2	1,4	1,3	1,0	9,7	1,11
25×2.00	25	2	1,8	1,6	1,3	9,4	1,44
25×2.50	25	3	2,1	1,8	1,4	9,1	1,68
25×3.00	25	3	2,5	2,0	1,6	8,9	1,89
28×2.50	28	3	2,5	2,7	1,9	10,3	1,83
28×4.00	28	4	3,8	3,7	2,6	9,8	3,01
30×1.50	30	2	1,7	2,3	1,5	11,6	1,34
30×2.00	30	2	2,2	2,9	1,9	11,3	1,76
30×2.50	30	3	2,7	3,4	2,3	11,2	2,12
30×3.00	30	3	3,1	3,7	2,5	10,9	2,42
30×4.00	30	4	3,9	4,3	2,8	10,5	3,05
35×1.50	35	2	2,0	3,7	2,1	13,7	1,58
35×2.00	35	2	2,6	4,8	2,7	13,1	2,07
35×2.50	35	3	3,2	5,6	3,2	13,2	2,38
35×3.00	35	3	3,8	6,4	3,7	13,0	3,01
35×4.00	35	4	4,7	7,3	4,2	12,5	3,68
40×1.50	40	2	2,3	5,6	2,8	15,7	1,81
40×2.00	40	2	3,0	6,9	3,5	15,3	2,39
40×2.50	40	3	3,8	8,2	4,1	15,1	2,95
40×2.70	40	3	3,9	8,9	4,5	15,1	3,06
40×3.00	40	3	4,4	9,3	4,7	14,8	3,46
40×3.20	40	3	4,5	10,1	5,0	14,9	3,56
40×4.00	40	4	5,7	11,1	5,5	14,3	4,45
40×5.00	40	5	6,4	12,3	6,1	14,0	4,99
45×1.50	45	2	2,6	8,2	3,6	17,7	2,05
45×2.00	45	2	3,4	10,6	4,7	17,5	2,70
45×2.50	45	3	4,2	12,6	5,6	17,3	3,17
45×3.00	45	3	5,0	14,9	6,6	17,2	3,96
45×3.20	45	3	5,2	15,4	6,9	17,2	4,06
45×4.00	45	4	6,5	16,6	7,4	16,4	5,07
45×5.00	45	5	7,4	18,7	8,3	16,0	5,77
50×1.50	50	2	2,9	11,2	4,5	19,7	2,28
50×2.00	50	2	3,8	14,1	5,7	19,4	3,02
50×2.50	50	3	4,6	17,3	6,9	19,3	3,70

	b	s	A	$I_y=I_z$	$W_y=W_z$	$i_y=i_z$	P
	MM	MM	CM²	CM⁴	CM³	MM	KR/M
50×3.00	50	3	5,6	19,5	7,8	18,9	4,40
50×3.20	50	3	5,9	22,1	8,8	19,4	4,60
50×4.00	50	4	7,3	23,7	9,5	18,4	5,70
50×5.00	50	5	8,6	27,0	10,8	17,9	6,73
50×6.00	50	6	9,6	29,5	11,8	17,0	7,56
55X2.50	55	3	5,3	23,0	8,4	21,2	4,12
55X3.00	55	3	6,2	26,5	9,6	21,0	4,87
55X3.20	55	3	6,5	28,5	10,4	21,0	4,93
55X5.00	55	5	10,0	41,6	15,1	20,4	7,85
60X2.00	60	2	4,6	25,1	8,4	23,5	3,59
60X2.50	60	3	5,8	30,3	10,1	23,2	4,52
60X3.00	60	3	6,8	35,1	11,7	23,0	5,34
60X3.20	60	3	7,2	41,3	13,8	24,0	5,63
60X4.00	60	4	8,9	43,6	14,5	22,5	6,96
60X5.00	60	5	10,6	50,5	16,8	22,0	8,30
60X6.00	60	6	12,3	56,1	18,7	21,5	9,69
70×2.00	70	2	5,3	40,7	11,6	27,6	4,19
70×3.00	70	3	8,0	57,5	16,4	27,1	6,28
70×4.00	70	4	10,5	72,1	20,6	26,6	8,21
70×5.00	70	5	12,6	84,6	24,2	26,1	9,87
70×6.00	70	6	14,6	95,2	27,2	25,6	11,46
70×8.00	70	8	18,2	110,8	31,7	24,7	14,28
80×2.00	80	2	6,2	62,0	15,5	31,5	4,90
80×3.00	80	3	9,2	87,8	22,0	31,2	7,22
80×3.50	80	4	10,8	103,8	26,0	31,0	8,46
80×4.00	80	4	12,1	111,0	27,8	30,7	9,47
80×5.00	80	5	14,6	131,4	32,9	30,2	11,44
80×6.00	80	6	16,8	149,2	37,3	29,7	13,21
80×7.00	80	7	20,4	181,2	45,3	29,8	16,00
80×8.00	80	8	22,7	194,3	48,6	29,2	17,80
90×3.00	90	3	10,4	127,3	28,3	35,3	8,17
90×3.50	90	4	12,0	145,1	32,2	35,0	9,44
90×4.00	90	4	13,7	161,9	36,0	34,8	10,73
90×5.00	90	5	16,4	192,9	42,9	34,3	12,84
90×6.00	90	6	19,2	220,5	49,0	33,8	15,10
90×8.00	90	8	25,1	276,5	61,4	33,2	19,50
100×2.00	100	2	7,8	124,2	24,8	40,0	6,10
100×3.00	100	3	11,5	177,0	35,4	39,3	9,02
100×4.00	100	4	16,1	226,4	45,3	38,9	11,84
100×5.00	100	5	18,4	271,1	54,2	38,4	14,42
100×6.00	100	6	21,6	307,6	61,5	37,8	16,98
100×7.00	100	7	24,8	337,0	67,4	37,1	19,45
100×8.00	100	8	27,5	365,9	73,2	36,6	21,57
100×10.00	100	10	35,5	474,3	94,9	36,5	27,90
110×4.00	110	4	16,7	305,9	55,6	42,9	13,10
110×5.00	110	5	20,4	368,0	66,9	42,5	15,98
110x6.00	110	6	24,34	433,59	78,83		19,0
110x7.00	110	7	28,0	488,14	88,75		22,0
110x8.00	110	8	31,54	538,11	97,84		25,0
110x9.00	110	9	34,97	583,63	106,11		27,0
120×3.00	120	3	13,9	312,3	52,1	47,5	10,91
120×4.00	120	4	18,3	402,3	67,0	47,0	14,35
120×5.00	120	5	22,4	477,7	79,6	46,4	17,55
120×6.00	120	6	26,4	556,6	92,8	46,0	20,75
120×7.00	120	7	30,3	617,3	102,9	45,3	23,83
120×8.00	120	8	35,8	676,9	112,8	44,8	28,13
120×10.00	120	10	43,5	870,3	145,1	44,7	34,20
125×4.00	125	4	19,1	457,2	73,2	49,1	14,98
125×5.00	125	5	23,4	544,2	87,1	48,4	18,34

	b	s	A	I_y=I_z	W_y=W_z	i_y=i_z	P
	MM	MM	CM²	CM⁴	CM³	MM	KG/M
125×6.00	125	6	27,6	628,7	100,6	47,9	21,69
140×3.00	140	3	16,2	503,4	71,9	55,7	12,72
140×4.00	140	4	21,5	651,6	93,1	55,2	16,87
140×5.00	140	5	26,4	780,0	111,4	54,6	20,69
140×6.00	140	6	31,2	905,2	129,3	54,1	24,52
140×7.00	140	7	36,0	1041,5	148,8	53,8	28,24
140×8.00	140	8	40,4	1098,8	157,0	52,7	31,71
140×10.00	140	10	48,9	1329,0	189,8	52,1	38,40
150×3.00	150	3	17,4	625,6	83,4	59,9	13,68
150×4.00	150	4	23,1	807,8	107,7	59,3	18,12
150×5.00	150	5	28,3	970,0	129,3	58,7	22,26
150×6.00	150	6	33,6	1128,4	150,5	58,1	26,40
150×8.00	150	8	43,1	1379,7	184,0	56,8	33,83
150×10.00	150	10	52,9	1672,0	223,0	56,2	41,50
150×12.00	150	12	61,8	1994,1	265,9	56,8	48,50
160×4.00	160	4	24,5	987,2	123,4	63,4	19,27
160×5.00	160	5	30,3	1188,5	148,6	62,7	23,83
160×6.00	160	6	36,0	1385,6	173,2	62,2	28,29
160×8.00	160	8	47,0	1704,8	213,1	60,9	36,89
160×10.00	160	10	56,9	2070,0	256,8	60,3	44,70
160×12.00	160	12	66,6	2339,0	292,4	59,3	52,30
180×5.00	180	5	34,3	1719,4	191,0	70,9	26,90
180×6.00	180	6	40,8	2011,3	223,5	70,4	32,05
180×8.00	180	8	53,4	2499,9	277,8	69,1	41,91
180×10.00	180	10	64,9	3045,0	338,3	68,5	50,90
180×12.00	180	12	76,2	3467,0	385,2	67,5	59,80
180×16.0	180	16	100,6	4423,2	491,5	66,3	81,40
200×5.0	200	5	38,1	2388,5	238,8	79,1	29,94
200×6.0	200	6	45,6	2801,6	280,2	78,6	35,82
200×8.0	200	8	59,8	3509,6	351,0	77,3	46,94
200×10.	200	10	72,9	4286,0	426,6	76,7	57,20
200×12.0	200	12	85,8	4909,0	490,9	75,7	67,30
200×14.0	200	14	98,1	5461,0	546,1	74,6	77,00
200×16.0	200	16	117,0	6524,0	652,0	74,8	91,50
220×4.0	220	4	34,3	2659,5	241,8	88,1	26,90
220×5.0	220	5	42,3	3211,9	292,0	87,3	33,25
220×6.0	220	6	50,4	3775,7	343,2	86,7	39,59
220×8.0	220	8	65,9	4855,0	441,4	85,9	51,70
220×10.0	220	10	80,9	5825,0	529,5	84,9	63,50
220×12.0	220	12	95,4	6703,0	609,4	83,8	74,90
220×14.0	220	14	109,3	7493,0	681,2	82,8	85,80
250×6.0	250	6	57,6	5623,4	449,9	99,0	45,24
250×8.0	250	8	75,8	7141,1	571,3	97,7	59,50
250×10.0	250	10	92,9	8761,0	700,0	87,1	72,90
250×12.0	250	12	109,8	10140,0	811,0	96,1	86,20
250×14.0	250	14	126,1	11400,0	911,9	95,1	99,00
250×16.0	250	16	149,0	13480,0	1078,0	95,3	117,00
260×6.0	260	6	59,8	6373,0	490,2	103,2	47,00
260×8.0	260	8	78,7	8216,0	632,0	102,2	61,70
260×10.0	260	10	96,6	9924,0	763,3	101,2	76,10
260×12.0	260	12	114,6	11500,0	884,7	100,2	90,00
260×14.0	260	14	131,7	12950,0	996,2	99,2	103,00
300×6.0	300	6	69,4	9921,0	661,4	119,5	54,50
300×8.0	300	8	91,5	12850,0	856,7	118,5	71,80
300×10.0	300	10	112,9	15600,0	1040,0	117,5	88,60
300×12.0	300	12	133,8	18170,0	1211,0	116,5	105,00
300×14.0	300	14	154,1	20560,0	1371,0	115,5	121,00
300×16.0	300	16	181,0	24160,0	1610,0	116,0	142,00
350×6.0	350	6	81,4	15950,0	911,5	139,9	63,90

Table 2 (continued)

Ref. No	Material thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553[1])	Cross-section	Dimensions				Recommended welding process (reference No. in accordance with ISO 4063[2])	Weld illustration	Remarks
					Angle ^a α, β	Gap ^b b mm	Thickness of root face c mm	Depth of preparation h mm			
2.11	>30	Double-J preparation			$10^\circ < \beta < 20^\circ$	≤ 3	> 2	$= \frac{t-c}{2}$	111 13 141c		This type of joint preparation can also be produced asymmetrically in a similar manner to the asymmetrical double-V preparation.
		$\leq 20^\circ$				< 2	$\approx t/2$				
2.12	≤ 25	Square preparation	— ^d		—	—	—	—	52 51		—
	≤ 170				—	—	—	—			


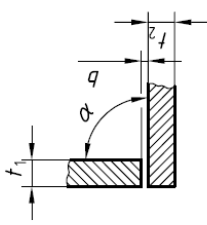
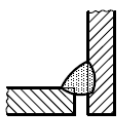
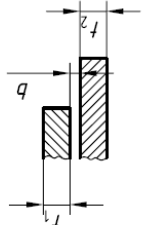
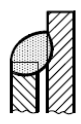
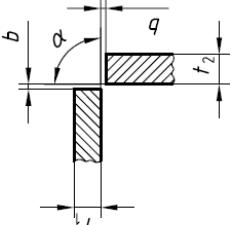
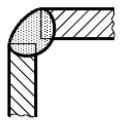
^a Angles are also larger and/or asymmetric for welding in position PC according to ISO 6947 (horizontal position).

^b Dimensions given apply to the tacked condition.

^c The indication of the welding process does not mean that it is applicable for the whole range of workpiece thicknesses.

^d Symbol and number not standardized in ISO 2553:1992.[1]

Table 3 — Joint preparations for fillet welds, welded from one side

Ref. No.	Material thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553[1])	Cross-section	Dimensions		Recommended welding process ^a (reference No. in accordance with ISO 4063[2])	Weld illustration
					Angle α, β	Gap b mm		
3.1.1	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Square preparation			$70^\circ \leq \alpha$ $\leq 100^\circ$	≤ 2	3 111 13 141	
3.1.2	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Square preparation			—	≤ 2	3 111 13 141	
3.1.3	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Square preparation			$60^\circ \leq \alpha$ $\leq 120^\circ$	≤ 2	3 111 13 141	

^a The indication of the welding process does not mean that it is applicable for the whole range of work piece thicknesses.

^b Symbol is only applicable for $\alpha = 90^\circ$.

Table 4 — Joint preparations for fillet welds, welded from both sides

Ref. No.	Work-piece thickness t mm	Type of preparation	Symbol (in accordance with ISO 2553(1))	Cross-section	Dimensions		Recommended welding process ^a (reference No. in accordance with ISO 4063(2))	Weld illustration
					Angle α, β	Gap b mm		
4.1.1	$t_1 > 3$ $t_2 > 3$	Square preparation			$70^\circ \leq \alpha$ $\leq 100^\circ$	≤ 2	3 111 13 141	
4.1.2	$t_1 > 2$ $t_2 > 5$	Square preparation			$60^\circ \leq \alpha$ $\leq 120^\circ$	—	3 111 13 141	
4.1.3	$2 \leq t_1 \leq 4$ $2 \leq t_2 \leq 4$	Square preparation			—	≤ 2	3 111 13 141	

^a The indication of the welding process does not mean that it is applicable for the whole range of work piece thicknesses.

^b Symbol is only applicable for $\alpha = 90^\circ$.

Навчально-методичне видання

ПРОЄКТУВАННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Методичні вказівки та завдання
до виконання курсової роботи
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування»,
131 «Прикладна механіка» та 015 «Професійна освіта»

Укладачі: **Волянюк** Володимир Олександрович
Горбатюк Євгеній Володимирович

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 5,58. Обл.-вид. арк. 6,0

Електронний документ. Вид № 23/V-24.

Виконавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р