

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Методичні вказівки

до практичних занять та розробки курсового проекту
з освітньої компоненти «Технологія зведення будівель і споруд»
для здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр», що навчаються
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
за освітньою-професійною програмою «Промислове і цивільне
будівництво»

Київ 2023

УДК 624.014: 693.8

T38

Укладачі: Д. О. Хохрякова, канд. техн. наук, доцент

О. Ю. Чертков, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О. М. Махиня, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск Г. М. Тонкачєєв, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри будівельних технологій,
протокол № 4 від 8 листопада 2022 року.*

В авторській редакції

Технологія монтажу металевих конструкцій: методичні вказівки /
T38 уклад.: Хохрякова Д. О., Чертков О. Ю. – Київ : КНУБА, 2023. – 36 с.

Розроблено рекомендації щодо виконання графічної частини проекту. Наведено склад пояснювальної записки та графічної частини проекту, послідовність виконання розрахункової частини, список рекомендованої літератури і потрібні довідкові дані.

Призначено для здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр», що навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньою-професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво».

© Д. О. Хохрякова,

О. Ю. Чертков,

2023

© КНУБА, 2023

Зміст

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....	4
Практичне заняття № 1. Вибірка металевих конструкцій на монтажний блок.....	5
Практичне заняття № 2. Вибір технологічного оснащення, інструмента, інвентарю та пристроїв.....	7
Практичне заняття № 3. Вибір кранів за монтажними характеристиками конструкцій	9
Практичне заняття № 4. Визначення потреби в матеріалах, виробках і конструкціях	13
Практичне заняття № 5. Виконання технологічних розрахунків і побудова графіку виконання робіт.....	14
ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ.....	19
Завдання і склад курсового проєкту.....	19
Сфера застосування.....	20
Технологія і організація виконання робіт.....	20
Вимоги до якості виконання робіт та до приймання робіт.....	22
Вказівки з безпеки праці та охорони навколишнього середовища.....	22
Матеріально-технічне забезпечення технологічного процесу... ..	23
Техніко-економічні показники.....	24
Рекомендації щодо оформлення графічної частини проєкту.....	24
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	27
Додаток А.....	28
Додаток Б.....	30
Додаток В.....	31
Додаток Г.....	32
Додаток Д.....	34
Додаток Ж.....	35
Додаток Е.....	36

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою виконуваного проєкту є подальший розвиток у здобувачів вищої освіти навичок розробки проєктів виконання монтажних робіт.

Виконання проєкту сприяє засвоєнню і розумінню теоретичного курсу, поглиблює знання здобувачів вищої освіти щодо монтажу конкретного типу будівель і споруд.

Проєкт являє собою технологічну карту (ТК) на монтаж металевих конструкцій будівель і споруд.

Основним завданням, що стоїть перед здобувачем вищої освіти для розробки проєкту монтажних робіт, є вибір найбільш раціонального способу монтажу відповідного типу споруди, що передбачає можливість виконання всіх операцій в стислі терміни з мінімальними витратами праці й високим рівнем механізації монтажних процесів зі зниженням рівня ручної праці. Прийняті в курсовому проєкті рішення повинні відповідати сучасному рівню технології зведення будівель і споруд аналогічного типу з урахуванням досвіду передових організацій, що займаються монтажем металевих конструкцій. У проєкті обов'язковим є застосування прогресивних методів монтажу конструкцій із використанням сучасного парку монтажних кранів і високоефективного монтажного обладнання.

Під час розробки проєкту особливу увагу слід приділити питанням малоопераційних технологій, що сприяє скороченню термінів будівництва за рахунок зниження трудомісткості монтажних робіт і перенесення низки операцій на заводи-виробники.

ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Здобувачі під керівництвом викладача за прикладом, що наведений у цих методичних вказівках, виконують технологічні розрахунки.

<i>Практичне заняття</i>	№1
<i>Тема</i>	Вибірка металевих конструкцій на монтажний блок

Схеми розташування елементів покриття і монтажних блоків наведені на рисунках А.1 і А.2 додатку А.

Несучі конструкції каркасу виконані з гофропрофілів. Просторова незмінюваність забезпечується жорстким з'єднанням на високоміцних болтах головних балок із колонами і системою вертикальних зв'язків. В'язевий блок розташований посередині довжини будівлі.

Крок колон становить 6 м.

Балки покриття мають ухил 3°.

Крок прогонів прийняти 1,5 м. Маса прогонів – 98 кг.

Маса вертикальних і горизонтальних зв'язків – 116 кг.

Кількість болтів розрахувати відповідно до вузлових з'єднань, наведених у додатку Б.

Вибірка металевих конструкцій на блоки визначає кількість відправних елементів і їх найменування, а також загальну масу укрупненого блоку без урахування оснащення, пристосувань і елементів посилення (табл. 1). Таблиця складається на підставі розроблених монтажних схем. Після підрахунку маси укрупнених блоків можливе корегування як їх складу, так і розмірів.

Залежно від розмірів і маси укрупненого монтажного блоку за завданням консультанта може виконуватися перевірка його стійкості і визначається необхідність встановлення елементів підсилення монтажного блоку. На базі перерахованих вище даних складається відомість монтажних блоків (табл. 2).

При цьому потрібно мати на увазі, що в таблицю 2 вносяться всі монтовані конструкції, у тому числі , що не підлягають укрупнювальному складанню (прогони, зв'язки, розпірки), але вимагають відповідного оснащення або посилення.

Таблиця 1

Відомість відправних марок

Найменування монтажного блока	Номер відправної марки	Найменування відправних марок	Кількість	Маса, т		
				одиниці	загальна	блока
1	2	3	4	5	6	7
МБ-1 (плоский)	Б-1	відправна марка	2	1,025	2,05	7,05
	Б-2	відправна марка	2	1,025	2,05	
	а	горизонтальна в'язь	8	0,065	0,52	
	П	прогін	9	0,23	2,07	
	Р	розпірка	2	0,18	0,36	
МБ-2 (лінійний)	Б-1	відправна марка	2	1,025	2,05	2,05
МБ-3 (плоский горизонтальний)	а	горизонтальна в'язь	4	0,065	0,26	0,26
МБ-4 (плоский вертикальний)	б	вертикальна в'язь	4	0,068	0,272	0,272
-	К	колона	1	0,44	0,44	0,44
-	Р	розпірка	1	0,18	0,18	0,18
-	П	прогін	1	0,23	0,23	0,23

Таблиця 2

Відомість монтажних блоків

Найменування блоків	Маса, т				
	Металоконструкції	Оснащення	Такелажні пристосування	Елементи підсилення	Загальна
1	2	3	4	5	6
МБ-1	7,05	0,30	0,47	—	7,82
МБ-2	2,05	0,20	0,22	0,30	2,77
МБ-3	0,26	0,15	0,07	—	0,73
МБ-4	0,272	0,01	0,07	—	0,32
Р	0,18	0,01	0,06	—	0,25
П	0,23	0,01	0,04	—	0,28
К	0,44	0,15	0,136	—	0,726

Практичне заняття	№2
Тема	Вибір технологічного оснащення, інструмента, інвентарю та пристроїв

Рекомендовано зробити вибір стропів загального призначення відповідно до ДСТУ Б В.2.8-10-98 [6] і визначити їх масу (додаток В). Для цього розробити схему стропування головних балок, прогонів і зв'язків, визначити висоту стропування h_c і довжину гілок строп.

В умовне позначення входить найменування виробу, тип, вантажопідйомність і довжина:

Приклад умовного позначення двухвіткового стропа вантажопідйомністю 3,2 т, довжиною 2000 мм:

Строп 2СК – 3,2/2000

Висоту стропування балок визначити, виходячи з такого:

- кут між гілками стропа не перевищує 90 градусів;
- точки стропування розташовані на відстані $0,2 l$ від кінців елемента (рис. 1).

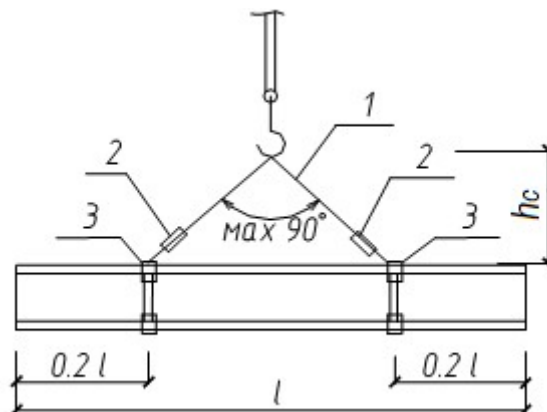


Рис. 1. Графічне визначення висоти стропування:

1 – строп, 2 – напівавтоматичний захоплювач, 3 – підкладки

Для обраних такелажних і монтажних пристроїв наводиться короткий опис принципу їх дії і конструктивні особливості, ескіз і посилання на джерело. Дані заносяться в таблицю 3.

За вказівкою викладача може бути проведений розрахунок стропів, траверси або стійкості конструкцій у процесі монтажу.

Відомість такелажних пристроїв

Ескіз (схема стропування)	Найменування (марка)	Кількість	Маса, кг		
			одного	всіх	загальна
1	2	3	4	5	6
	1. Траверса Т-18	1	1026	1026	1102
	2. Строп СКК-4-3/4000	2	13	26	
	3. Напівавтоматичний захоплювач З-1	2	10	20	
	4. Підкладка П-15	6	5	30	
(...)					

Вибрати з довідників, каталогів чи відповідних типових технологічних карт потрібне технологічне оснащення, інструмент, інвентар і пристрої, характеристики яких занести в таблицю 4.

Таблиця 4

Відомість потреби в технологічному оснащенні, інструменті, інвентарю та пристроях

Найменування	Марка, технічна характеристика	ДСТУ, № креслення	Кількість на бригаду
1	2	3	4
Лом монтажний	ЛМ - 24	ДСТУ Б В.2.8-16:2009	2
(...)			

Практичне заняття	№3
Тема	Вибір кранів за монтажними характеристиками конструкцій

Вихідними даними для вибору монтажного крана є результати опрацювання матеріалів, викладених на практичних заняттях № 1 і № 2. Вибір монтажного крану також рекомендовано виконувати паралельно з розробкою технологічних схем виконання робіт із визначенням послідовності монтажу конструкцій і розташування машин, механізмів та обладнання.

Для зведення одноповерхових будівель застосовуються зазвичай самохідні крани, для багатоповерхових – баштові, а в деяких випадках також самохідні крани в баштово-стріловому виконанні. Будівля (споруда) може бути змонтована одним краном або декількома типами кранів: це залежить від прийнятої послідовності монтажу.

Зведення одноповерхових будівель можливе застосування диференційованого методу монтажу (колони – підкранові балки та підкровоквяні ферми – елементи покриття будівлі – стінове огороження), і тоді для кожного з потоків можливе застосування різних кранів.

Багатоповерхові будівлі зводяться комплексним методом, і тоді крани (найчастіше баштові) розташовуються збоку будівель (з одного або двох сторін). Кількість кранів – по одному на 1–2 температурні блоки.

Тут же розробляються основні принципи організації монтажу будівлі або споруди (схеми переміщення монтажних механізмів, розміщення складів, укрупнювальне стендів або стелажів, конвеєрних ліній, тимчасових доріг тощо).

Для зведення будівлі за вказівкою керівника можуть бути задіяні два крана: основний – на монтаж конструкцій, допоміжний – на розвантажувальні роботи і укрупнювальне складання.

Характеристики вантажу для вибору крана визначають графічно і аналітично (графо-аналітичний метод):

$$\begin{aligned}
 L_s &\geq L_c, \\
 H_s &\geq H_c, \\
 Q_s &\geq G_c,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де L_s і L_c – відповідно виліт стріли крана і глибина подачі вантажу;

H_S і H_C – відповідно висота підйому гака і висота подачі вантажу;
 Q_S і G_C – відповідно вантажопідйомність крана за заданого вильоту стріли і маса вантажу, який піднімають.

Висоту подачі вантажу обчислюють за формулою:

$$H_C = h_0 + h_z + h_k + h_c, \quad (2)$$

де h_0 – висота опори;

h_z – висота зазору (мінімальне значення $h_z = 0,5$ м);

h_k – висота конструкції;

h_c – висота стропування.

Масу вантажу, який піднімають, визначають за формулою:

$$G_C = (g_k + g_e) \cdot l, l, \quad (3)$$

де g_k – маса вантажу;

g_e – маса оснастки, яку піднімають разом із вантажем, зокрема і маса стропів;

1,1 – коефіцієнт, що відображає збільшення ваги під час гальмування лебідки крана.

Глибину подачі вантажу L_C визначають як відстані по горизонталі від вертикальної осі башти крана до вертикальної осі, що проходить через центр ваги вантажу. Зазвичай параметр визначають графічно з дотриманням масштабу.

Конструкції, до яких є вільний доступ (колони, балки) можна монтувати самохідними кранами на мінімальних вильотах стріли L_S , при цьому найбільш раціонально використовується вантажопідйомність і висота підйому гака.

Для монтажу конструкцій, що вимагають певної глибини подачі (монтажні блоки), виліт стріли й оптимальна її довжина визначаються графічним способом (рис. 2).

Через геометричний центр гака крана проводиться вертикальна пряма $P - P$, а на рівні шарніра кріплення стріли крана на висоті 1,5 м – горизонтальна пряма $N - N$. Безпечний зазор від стріли крана до межі монтажного елемента визначається дугами, проведеними радіусом $R = 1,5$ м з точкою D . На прямій $P - P$ визначається положення точки A як найменшої висоти верхнього блоку стріли: $H_C + 1,5$ м. За довідниками для цього типу крана вибирається довжина стріли l_c . Відрізок рівний її довжині розташовується між прямими $P - P$ і $N - N$ таким чином, щоб він торкався дуги наближення стріли до будівлі, щоб верхній кінець стріли був не нижче за точку A , щоб виліт стріли був мінімальним.

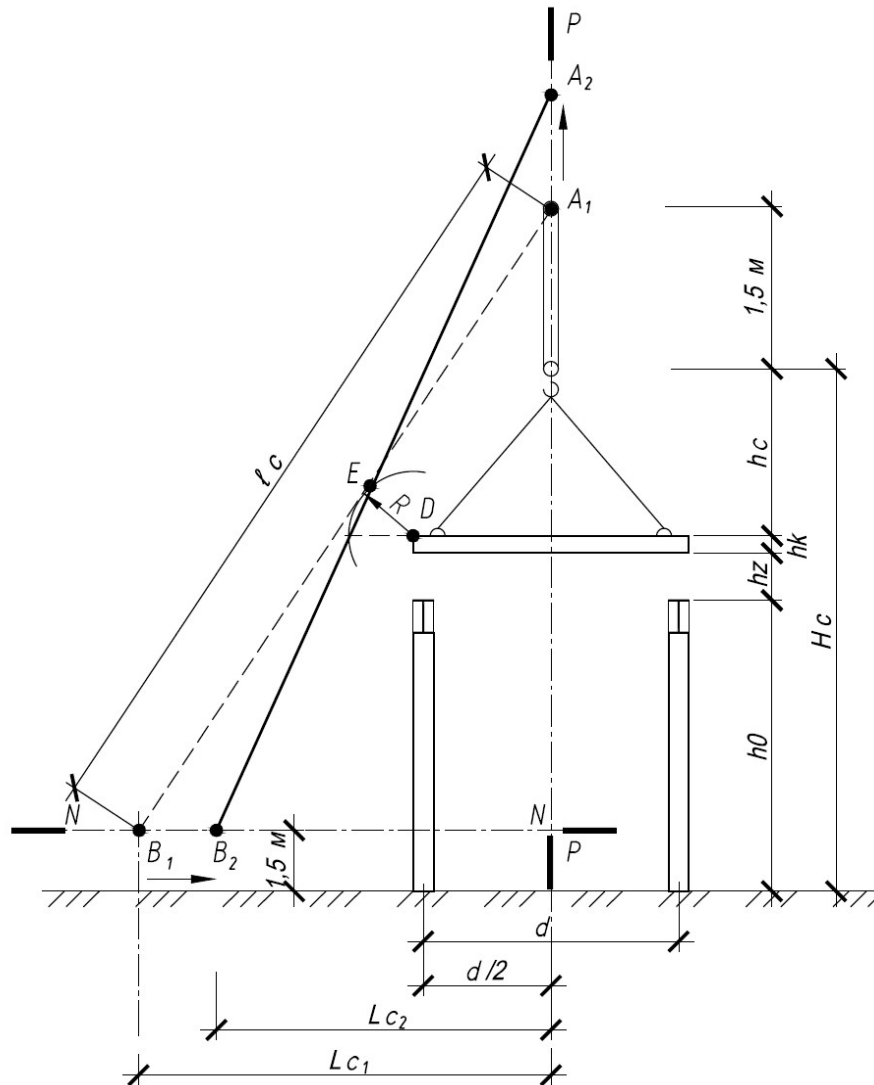


Рис. 2. Схема визначення вантажовисотних характеристик конструкції

Для цього типу крана з розрахунковою довжиною стріли за графіками визначається паспортна вантажопідйомність на певному вильоті. Якщо ця вантажопідйомність Q_s нижче за необхідну G_c , слід вибрати інший кран з такою ж або близькою за величиною довжиною стріли.

Криві вантажопідйомності для деяких самохідних кранів наведені в додатках Г, Д.

Приклад.

Монтажна маса G_c за встановлення у проектне положення монтажного блоку довжиною 24 м з масою $g_k = 2,5\text{ т}$ за допомогою такелажного оснащення масою $g_e = 0,6\text{ т}$:

$$G_c = (2,5 + 0,6) \cdot 1,1 = 3,41\text{ т.}$$

Висота подачі монтажного блоку висотою $h_k=1,3$ м, що подається на позначку $h_0 = 9$ м з висотою стропування $h_c = 3$ м:

$$H_c = 9,0 + 1,5 + 1,3 + 3,0 = 14,8 \text{ м.}$$

Глибина подачі вантажу L_c визначена графічно (рис. 3).

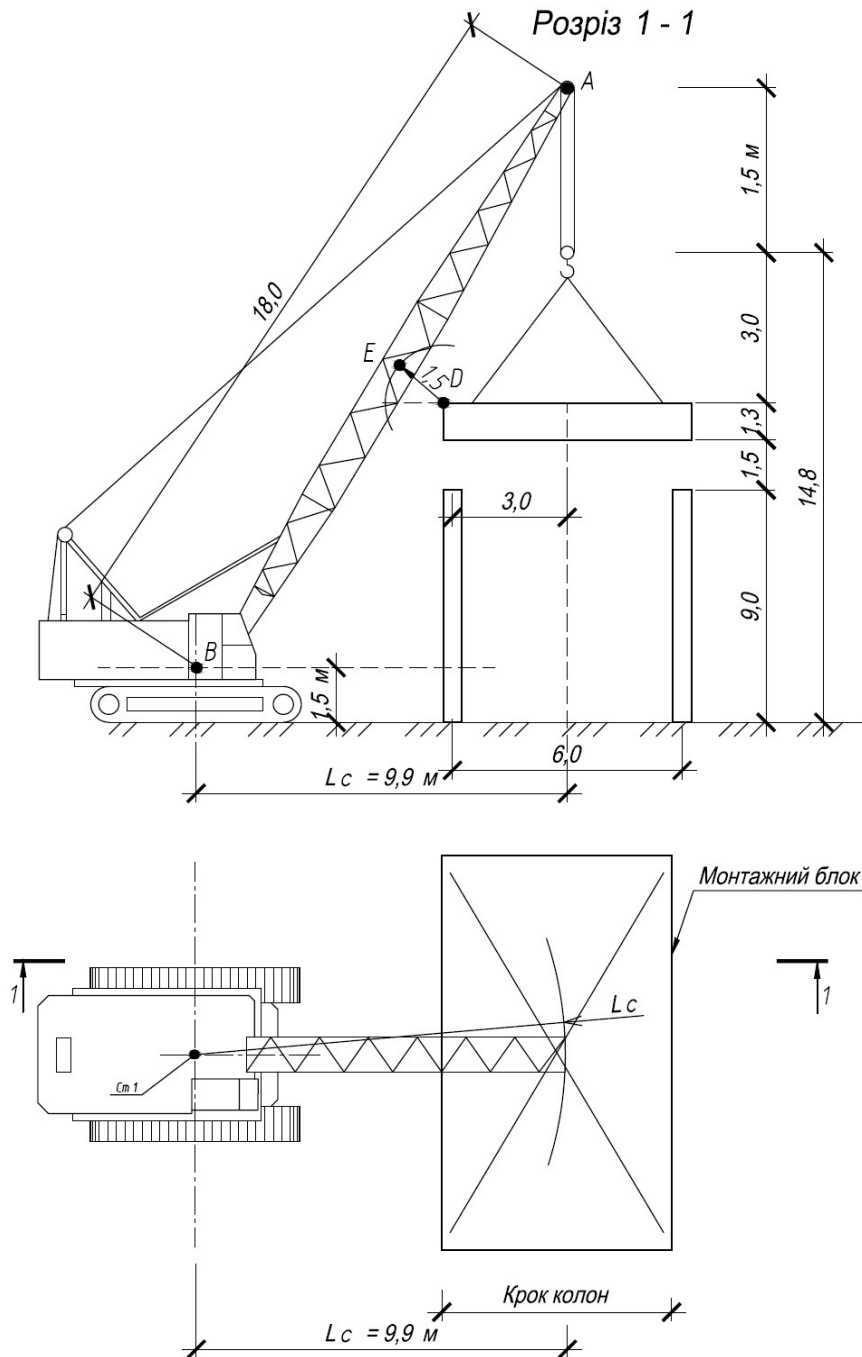


Рис. 3 Схема визначення глибини подачі монтажного блоку L_c самохідним стріловим краном без гусачка

<i>Практичне заняття</i>	№4
<i>Тема</i>	Визначення потреби в матеріалах, виробих і конструкціях

Потреба в основних конструкціях і матеріалах для зведення надземної частини будівлі визначається, виходячи із загальної маси металоконструкцій будівлі. Витрата допоміжних матеріалів і деталей підраховується на підставі нормативних даних на 1 тону металоконструкцій (додаток Ж). Отримані дані заносяться в таблицю 5.

Таблиця 5

Відомість потреби в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і обладнанні

Найменування матеріалу, напівфабрикату, конструкції і т. д.	Марка	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4
Електроди	Е-42	кг	7
(...)			

<i>Практичне заняття</i>	№5
<i>Тема</i>	Виконання технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Для побудови графіка виконання робіт на підставі встановленої структури процесів і об'ємів робіт за нормами [8] в табличній формі складається калькуляція витрат праці і виконуються технологічні розрахунки.

Основою для складання калькуляції є дані табл. 1 і 2, за якими визначається кількість монтажних блоків і відправних елементів, оскільки для визначення витрат праці в укрупнювальному складанні і монтажу блоків найчастіше потрібні два параметри (шт) і (т). Причому спочатку в окремі додатковій калькуляції (табл. 6.1) рекомендується визначити трудовитрати для одного блоку, а потім в калькуляцію (табл. 6.2) вносити кількість та інші дані всіх монтажних блоків. Підставою для складання калькуляції є ЕНиР.

Складання калькуляції витрат праці починається із заповнення графі 1 таблиці 6, у якій наводиться опис робіт і умов виробництва відповідно до технічної частини щодо застосування норм, а також із вказівками до кожного параграфу норм, роботи нумеруються порядковими арабськими цифрами.

У графі 2 наводяться шифри збірників норм із зазначенням шифрів параграфів, номерів таблиць і рядків, шифрів граф, поправочних коефіцієнтів.

У графі 3 записуються такі одиниці виміру робіт, описаних у графі 1, які наведені в нормах для цього виду робіт. Кількість робіт (графа 4) визначається відповідно до табл. 1 і 2 і монтажними схемами технологічної карти.

Обсяги робіт з постановки болтів розрахувати згідно з додатком Б. Обсяг зняття болтів – 40–50 % від кількості встановлених.

Трудовитрати на виконання одиниці роботи з урахуванням перехідних та інших коефіцієнтів у люд-год записуються в графі 5, а графа 6 заповнюється шляхом множення гр. 5 на гр. 4.

У графах 7, 8 записуються склади ланок робітників, рекомендовані ЕНиР. У кінці калькуляції підраховуються підсумки за графою 6.

Графік виконання робіт складається за формою, наведеною в табл. 7.

Таблиця 6.1

Додаткова калькуляція витрат праці на укрупнювальне складання блока МБ-1

Опис робіт і умов виробництва	Обґрунтування норм	Обсяг робіт		Норма		Витрати		Склад ланки	
		Одиниця вимірювання	Кількість	люд-год	маш-год	люд-год	маш-год	Професія, розряд	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Укрупнювальне складання блоку МБ-1 із відправних марок	§5-1-3	шт	31	0,18	0,04	5,58	1,24	монтажник 6 монтажник 5 монтажник 4 монтажник 3 машиніст 6	1 1 2 1 1
Постановка болтів	§5-1-19	т	12,7	0,55	0,11	6,98	1,4	монтажник 4 монтажник 3	1 1
Зняття болтів	§5-1-19	шт	100	11,5	-	21,39	-	монтажник 4 монтажник 3	1 1
Встановлення навісних сходів	§5-1-2	шт	100	4,5	-	1,08	-	монтажник 4 монтажник 3 машиніст 6	1 1 1
Разом			6	0,62	0,31	3,72	1,86		1
						38,75	4,5		

Таблиця 6.2

Калькуляція витрат праці

Опис робіт і умов виробництва	Обґрунтування норм	Обсяг робіт		Норма		Витрати		Склад ланки	
		Одиниця вимірювання	Кількість	люд-год	маш-год	люд-год	маш-год	Професія, розряд	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сортування конструкцій	§ Е5-1-1, табл.1, К = 1,8	т	95,9	0,65·1,8 = 1,17	0,32	112,2	30,69	монтажник 4 монтажник 3 машиніст 6	1 1 1
Укрупнювальне складання блока покриття МБ-1 масою 12,7 т	дивись додаткову калькуляцію, К = 1,8	шт	4	38,75·1,8 = 69,75	4,5	279	18	монтажник 6 монтажник 5 монтажник 4 монтажник 3 машиніст 6	1 1 2 1 1
Укрупнювальне складання блока покриття МБ-2 масою 2,05 т	дивись додаткову калькуляцію, К = 1,8	шт	22	12,31·1,8 = 22,16	1,43	487,47	31,46	Те саме	Те саме
Монтаж блока покриття МБ-1 масою 12,7т	§ Е5-1-6, табл.2, К = 1,8	шт	4	7,6·1,8 = 13,68	1,1	54,79	4,4	монтажник 6 монтажник 5 монтажник 4 монтажник 3 машиніст 6	1 2 3 1 1
Монтаж блока покриття МБ-2 масою 2,05т	§ Е5-1-6, табл.2, К = 1,8	шт	22	2,9·1,8 = 5,22	1,1	114,84	24,2	Те саме	Те саме
		т	45,1	0,53·1,8 = 0,95	0,12	42,85	5,41		

Таблиця 7

Технологічні розрахунки

Найменування робіт	Обсяг робіт		Витрати		Машини		Склад бригади		Кількість змін на добу	Тривалість, дн
	Одиниця вимірювання	Кількість	За нормою	За проектом	Марка	Кількість	Професія	Кількість		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сортування конструкцій	т	95,9	$\frac{14,03}{4,5}$	$\frac{14}{7}$	КС-5473	1	Монтажник машиніст	2 1	1	7
Укрупнювальне складання блока покриття МБ-1 масою 12,7 т	шт	4	$\frac{34,9}{2,65}$	$\frac{30}{6}$	МКГ-25	1	Монтажник машиніст	5 1	2	3

У графі 1 «Найменування робіт» наводяться в технологічній послідовності виконання всі основні, допоміжні та супутні робочі процеси і операції, що входять у комплексний процес, на який складена технологічна карта.

У графі 4 «Витрати за нормою» вказуються витрати праці на їх виконання відповідно до калькуляції (табл. 6.2).

Під розрахунків особливу увагу слід звернути на заповнення графі 5 «Витрати за проектом». Ця графа заповнюється на підставі аналізу й порівняння рівня механізації процесу, прийнятого під проектування, з рівнем, який закладений у нормах. Рекомендується набутих значень тривалості виконання процесів округляти з кратністю до 0,5, 1 зміни. Відхилення відсотка виконання норм допускається в більший бік до 120 % і в менший бік до 90 % під час виконання або перевиконання норм.

У графах 8–9 «Склад бригади» наводиться кількісний склад будівельних підрозділів для виконання кожного робочого процесу й операції залежно від трудомісткості обсягів і термінів виконання робіт.

У графіку робіт вказуються послідовність виконання робочих процесів і операцій, їх тривалість і взаємна ув'язка за фронтом робіт і в часі. Тривалість виконання комплексного будівельного процесу, на якій складена технологічна карта, повинна бути кратною тривалості робочої зміни в роботі в одну зміну, діб, робота дво- і тризмінна.

На підставі прийнятих рішень і виконаних розрахунків у пояснювальній записці і на кресленні наводяться основні ТЕП, які представлені у вигляді таблиці 8.

Таблиця 8

Техніко-економічні показники основного процесу

Найменування показника	Одиниці виміру показника	Значення показника	
		За нормою	За проектом
1	2	3	4
Обсяг робіт	т	95,9	-
Тривалість робіт	дн	20	18
Трудомісткість робіт	люд-зм	146	116
Машиномісткість робіт	маш-зм	17	14
Питома трудомісткість	люд-зм / т	1,52	1,2
Виробіток одного робітника	т / люд-зм	0,66	0,83

ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Завдання і склад курсового проєкту

Основні вихідні матеріали для виконання курсового проєкту наведені в додатках А, Б. Проєкт з технології монтажу металевих конструкцій може виконуватися на підставі проєкту з освітньої компоненти «Сталеві конструкції» або бути частиною атестаційної випускної роботи.

Курсовий проєкт розробляється у формі технологічної карти на декілька процесів монтажу конструкцій каркасу будівлі. Проєкт складається з пояснювальної записки в обсязі 20–25 сторінок формату Ф4 та креслення у вигляді одного аркуша графічного матеріалу формату А1 (допускається виконання графічної частини на відповідній кількості аркушів формату А2 або А3).

Склад курсового проєкту (технологічної карти):

Завдання на проєктування.

1. Область застосування.
2. Технологія і організація виконання робіт.
 - 2.1. Вимоги до якості попередніх робіт.
 - 2.2. Вимоги до технології виконання робіт.
 - 2.3. Технологічні схеми виконання робіт.
 - 2.4. Схеми комплексної механізації робіт.
 - 2.5. Рішення щодо транспортування та складування виробів матеріалів.
3. Вимоги до якості виконання робіт та до приймання робіт.
 - 3.1. Вимоги щодо якості матеріалів і виробів.
 - 3.2. Схеми операційного контролю якості.
 - 3.3. Перелік технологічних процесів, які підлягають контролю якості.
4. Вказівки з безпеки виконання робіт та охорони навколишнього середовища.
5. Потреба в матеріально-технічних ресурсах.
 - 5.1. Перелік машин і обладнання.
 - 5.2. Перелік технологічного оснащення, інструмента та пристроїв.
 - 5.3. Відомість потреби в матеріалах, виробках і конструкціях.
6. Техніко-економічні показники.
 - 6.1. Графік виконання робіт. Тривалість робіт.
 - 6.2. Калькуляція затрат праці та машинного часу.

Список літератури, що використана під проектування.

У графічній частині наводять: основні технологічні схеми до виконання окремих процесів; схеми механізації; графік виконання робіт; вказівки до виконання робіт; вказівки з безпеки праці; відомості потреби в машинах і механізмах, пристроях; техніко-економічні показники.

Сфера застосування

У розділі наводяться найменування, коротка характеристика об'єкта і види робіт, умови виконання цього виду робіт, у тому числі кліматичні, характеристика вимірювача кінцевої продукції, розміри й умови поставки відправних елементів, найменування основних будівельних конструкцій і матеріалів, посилання на типові проєкти і креслення робочої документації для будівництва.

Технологія і організація виконання робіт

У цьому розділі потрібно навести таке:

- вимоги до підготовчих і попередніх робіт щодо їх закінченості та готовності;
- вимоги до оснащення будівельного майданчику потрібними комунікаціями;
- вимоги до винесення в натуру реперів, знаків тощо;
- вимоги до технології виробництва робіт;
- склад, послідовність і способи виконання технологічних процесів;
- рішення з організації робочих місць;
- технологічні схеми виконання робіт із вказівками щодо послідовності виконання, із розташуванням машин, механізмів та обладнання;
- схеми організації робочих зон будівельних машин із визначенням ділянок;
- схеми складування матеріалів і конструкцій;
- схеми стропування конструкцій;
- схеми тимчасового закріплення та вивіряння конструкцій;
- схеми постійного закріплення конструкцій;
- вимоги до транспортування, складування та збереження конструкцій і матеріалів.

У технологічній карті зазначається, що до початку робіт зі зведення надземної частини будівлі (споруди) повинні бути закінчені роботи нульового циклу, включно облаштуванням будівельного майданчика тимчасовими будівлями і спорудами, під'їзними дорогами, інженерними мережами, засобами колективного й індивідуального захисту працюючих відповідно до вимог ДБН А. 3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [3]; на будівельному майданчику повинні бути виконані геодезичні роботи з розбивки і прив'язки осей будівлі (споруди) до елементів геодезичної мережі будівельного майданчика відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [1] і ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві» [4]. Вказуються особливі умови зведення будівель і споруд у реконструкції.

Оскільки під монтажу металоконструкцій практично завжди має місце попереднє укрупнення конструкцій у монтажні блоки, у технологічній карті спочатку складаються таблиці вибірки металевих конструкцій на блоки, а потім складається таблиця монтажних блоків.

У цьому розділі слід викласти особливості виконання робіт у зимових умовах (у), додаткові технічні вимоги, які адресуються заводу – виробнику металевих конструкцій, повинні бути враховані під розробки креслень КМД і можуть містити такі вимоги:

- зміни членування конструкцій на відправні елементи з відповідною зміною місця розташування укрупнювальних стиків і вузлів. При цьому ставиться умова максимального укрупнення конструкцій на заводі й можливості їх подальшого укрупнення на монтажних майданчиках;
- фрезерування чи стругання опорних поверхонь конструкцій;
- оснащення монтажними пристосуваннями (планками, уловлювачами, отворами, петлями, вушками і т. д.) окремих відправних елементів;
- проведення на заводі контрольного складання конструкцій і визначення послідовності їх складання на монтажі;
- складання переліку вузлів, у яких відбувається розсвердлювання отворів на монтажі;
- постачання заводом-виготовлювачем оброблених пластин для зварювання на монтажі контрольних зразків із металу, виготовлених конструкцій (здебільшого для листових конструкцій);

– відправки заводом-виготовлювачем проміжних монтажних схем на стадії КМД в міру відвантаження металоконструкцій для обліку та визначення комплектності конструкцій, прибувають.

Для транспортування металевих конструкцій із заводу-виробника до монтажного майданчика зазвичай використовується автомобільний транспорт. Оскільки монтаж металевих конструкцій практично не ведеться «з коліс», то в рамках проекту рекомендовано обирати транспортні засоби за габаритами і масою конструкцій, що доставляються.

Вимоги до якості виконання робіт та до приймання робіт

Вказівки з контролю якості і приймання робіт повинні містити:

- вимоги до якості матеріалів, виробів і конструкцій, які надходять для виконання процесу (вхідний контроль);
- схеми операційного контролю якості виконання робіт;
- вказівки зі здійснення контролю якості робіт із наведенням нормативних допусків і відхилень;
- перелік інструментів і приладів, які потрібні для контролю якості;
- перелік технологічних процесів, які підлягають контролю, з вказівками предмета контролю, способів та інструментів контролю, часу виконання контролю, відповідальних за контроль якості, критеріїв оцінки якості.

Нормативні допуски у відхиленнях під зведення конструкцій або виконання робіт встановлюються згідно ДСТУ Б В.2.6-200:2014 [10]. Схеми операційного контролю якості під виконання будівельно-монтажних робіт з ілюстрацією відповідними схемами і таблиця змісту операційного контролю – [10, 11].

Вказівки з безпеки праці та охорони навколишнього середовища

У цьому розділі потрібно зазначити:

- рішення з охорони праці, які були отримані за результатами конкретних проектних розробок;
- заходи, які забезпечують стійкість окремих конструкцій та в цілому всієї будівлі як під час виконання робіт, так і після їх закінчення;
- схеми з позначенням небезпечних зон і влаштуванням огорож;

- правила безпечної експлуатації машин, обладнання, технологічного оснащення та пристроїв;
- правила безпечної роботи під виконання технологічних процесів;
- засоби підмоцнення та захисту робітників;
- умови збереження навколишнього середовища;
- заходи пожежної безпеки.

Розроблені заходи, що забезпечують безпечні умови виконання всіх видів робіт, пов'язаних із монтажем металоконструкцій надземної частини будівлі, повинні відповідати вимогам ДБН А. 3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека з будівництва» [3]. Розділ повинен містити заходи із запобігання падінню працюючих із висоти, а також падінню конструкцій та виробів або матеріалів під час переміщення їх краном або в разі втрати стійкості під час монтажу чи складування.

Комплект засобів індивідуального та колективного захисту працюючих наводиться відповідно до типових технологічних комплектів оснащення бригад.

Матеріально-технічне забезпечення технологічного процесу

Розділ повинен містити такі пункти:

- перелік машин та обладнання з наведенням технічних характеристик, типів, марок, призначення, кількість на ланку та на бригаду;
- перелік технологічного оснащення, інструмента, інвентарю та пристроїв із наведенням номера ДСТУ, ТУ, марки або організації, яка розробила креслення, а також наведення технічних характеристик, призначення, кількості на ланку та бригаду;
- відомість потреби в матеріалах, виробих і конструкціях, яка розробляється на підставі виробничих норм витрат матеріалів на виконання робіт.

Технологічне оснащення, інструмент та інвентар потрібно вибирати з довідників, каталогів, відповідних типових технологічних схем. Під вибору того чи іншого пристосування потрібно враховувати простоту його конструкції, надійність використання і можливість дистанційного керування пристроями. Перевагу слід віддавати монтажним пристосуванням з напівавтоматичними захватами, з максимальним обмеженням ступенів свободи конструкцій під

наведення, орієнтування та встановлення їх в проектне положення, тобто такими пристосуваннями, які забезпечують зниження трудомісткості, підвищення точності й безпеки монтажу конструкції.

Техніко-економічні показники

У розділі потрібно виконати:

- розрахунки техніко-економічних показників як за нормативами, так і за проектом;
- калькуляцію витрат праці та машинного часу;
- потрібні технологічні розрахунки з побудовою графіка виконання робіт.

Рекомендації щодо складу та оформлення графічної частини проекту

Графічна частина технологічної карти виконується відповідно до вимог ДСТУ [2]. Схема компоновки аркуша формату А1 наведена в додатку Е.

У лівій частині аркуша розташовуються схеми організації монтажу будівлі, послідовність установки конструкцій, розбивка об'єкта на захватки і монтажні ділянки, схеми руху кранів із зазначенням зон їх дії, розкладка монтованих конструкцій, дороги, розташування місць укрупнення (стелажів і стендів), розташування якорів та інших точок закріплення.

Послідовність монтажу позначається наскрізною цифровою нумерацією встановлених елементів арабськими цифрами в монтажу елементів одним краном; якщо більша кількість кранів, нумерація приводиться окремо для кожного крана.

На схемах показується послідовність монтажу конструкцій у межах захватки, монтажної дільниці і по поверххах (ярусах) будівлі (споруди). Кожен приватний потік показується на схемі окремими лініями різних типів.

На поперечних і поздовжніх розрізах потрібно показувати розташування кранів у процесі монтажу елементів каркаса, конструкцій і блоків у передмонтажний період (укрупнення, вихідне положення) і на стадії встановлення їх у проектне положення. Поперечний розріз може бути викреслений, як для всієї будівлі, так і для її частини (фрагмент).

На поперечному розрізі доцільно показати взаємне розташування монтажного механізму і транспортних засобів для характерних випадків, розташування пристосувань і засобів захисту з техніки безпеки.

Відповідно до розрізів на аркуші показуються деталі і вузли, позначені у відповідних місцях.

На аркуші ТК за вказівкою консультанта наводяться схеми стропування основних конструкцій (укрупнених блоків). Схеми повинні давати чітке уявлення про принцип роботи кожного пристосування, при цьому потрібно викреслювати вузли кріплення такелажних пристроїв до монтованої конструкції. На них повинні відображатися питання розстropування конструкцій (блоків).

Особливу увагу слід приділяти питанням забезпечення тимчасової стійкості блоків, що монтуються. Схеми забезпечення стійкості повинні містити графічну інформацію про способи її забезпечення як для конструкцій, що монтуються, так і для змонтованої частини споруди. Як такі пристосування використовуються підкоси, розчалювання, розпірки, тимчасові зв'язки. Показуються вузли кріплення пристосувань до конструкцій і опор. Схема розташування якорів наводиться окремо. Тут же дається спосіб закріплення в ґрунті якорів, їх принципове улаштування, вузли кріплення до них розчалок або іншого такелажного оснащення.

Якщо за раніше наведеними й описаними в пояснювальній записці розрахунками необхідне посилення конструкцій (блоків), схеми цих підсилень (а в і робочі креслення) наводяться на аркуші.

Якщо конструкції піддаються укрупненню, то на кресленні наводиться принципова схема складальних стелажів або стендів із зазначенням принципової схеми фіксації, вивірки і розташування складальних пристосувань. Вказуються місця розташування домкратів, клинів, стяжок, упорів і т. д.

На аркуш виносяться схеми двох або трьох основних видів стиків або вузлів конструкцій, які сприяють визначенню технологічних операцій по їх виконанню (постановки болтів, зварних швів, високоміцних болтів і т. д.), обробці поверхонь перед постановкою з'єднань тощо.

У правому верхньому куту розміщується графік виконання процесу монтажу, показаний (табл. 7).

Відомість машин, механізмів, пристосувань та інвентарю містить: монтажні механізми, транспортні засоби, обладнання, такелажні і

монтажні пристосування, геодезичний інструмент, ручний інструмент, засоби для забезпечення безпечного ведення робіт.

Відомість матеріально-технічних ресурсів повинна характеризувати загальну масу металоконструкцій будівлі або споруди, що зводиться; потребу в допоміжних матеріалах і деталях, розраховану на підставі норм.

Вказівки щодо виконання робіт і з техніки безпеки викладаються на аркуші у вигляді окремих конкретних рішень з порядку і правил виконання робіт. Вони повинні відповідати чинним в Україні нормативним документам, відображати передові методи технології та організації виробництва, сучасні вимоги до якості робіт. У цій частині дається перелік попередніх робіт, описується підготовка монтажних зон і фундаментів, вказується порядок розкладки конструкцій, особливості монтажу великогабаритних важких монтажних блоків, а також наводяться рішення, що забезпечують безпечні умови виконання робіт.

Вказівки слід виконувати коротко, пропозиції будуються в наказовому способі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *ДБН А.3.1-5-2016*. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2016-01-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.
2. *ДСТУ Б А.2.4-7:2009* Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. – [Чинний від 2010-01-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с.
3. *ДБН А.3.2.-2-2009*. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. – [Чинний від 2013-01-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с.
4. *ДБН В.1.3-2:2010* Геодезичні роботи у будівництві. – [Чинний від 2010-09-01]. – Київ : Мінрегіонбуд, 2010. – 49 с.
5. *Черненко В. К.* Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. посіб. для студ. вузів / Черненко В. К. [та ін.] – Київ : Горобець Г. С., 2010. – 372 с.: іл.
6. *ДСТУ Б В.2.8-10-98* Стропи вантажні. Технічні умови. – [Чинний від 1999-01-01]. – Київ : Держбуд України, 1998. – 66 с.
7. *ДБН В.1.2-2:2006*. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – [Чинний від 2007-01-01]. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 60 с.
8. *Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт* (до ДБН А.3.1.-5-96. Організація будівельного виробництва). – Київ : ОП «НДІБВ», 1997. – 52 с.
9. *Черненко В. К.* Технологія будівельного виробництва: підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко та ін./ За ред. В. К. Черненка та М. Г. Ярмоленка : підручник. – Київ : Вища школа, 2002. – 300 с.
10. *ДСТУ Б В.2.6-200:2014* Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу. – [Чинний від 2015-07-01]. – Київ : Укрархбудінформ, 2014. – 74 с.
11. *ДСТУ EN 1090-2:2019* Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій. – [Чинний від 2020-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 163 с.
12. *ДСТУ Б В.1.2-3:2006*. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. – [Чинний від 2007-01-01]. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 10 с.

ДОДАТОК А

Вихідні дані

Варіант	Схема	Висота, м		Маса м. п. гофропрофілю, кг		К-сть кроків
		колон К1 К2	балок	колон	балок	
1.	<p>Схема № 1</p>	<u>5,0</u> 5,63	0,436	87,1	43,2	5
2.		<u>6,5</u> 7,13	0,44	67,0	49,4	9
3.		<u>4,5</u> 5,13	0,448	74,6	67,0	13
4.		<u>5,5</u> 6,13	0,456	99,7	88,3	5
5.		<u>6,0</u> 6,63	0,436	97,7	46,3	9
6.		<u>5,0</u> 5,53	0,44	85,2	53,2	13
7.		<u>6,5</u> 7,13	0,456	65,1	86,3	5
8.		<u>4,5</u> 5,13	0,436	72,6	51,0	9
9.	<p>Схема № 2</p>	5,5	0,476	147,2	172,7	5
10.		6,0	0,466	166,8	125,6	9
11.		5,0	0,448	168,8	67,0	13
12.		4	0,532	129,5	89,5	17
13.		4,5	0,520	149,1	53,4	5
14.		5,5	0,532	180,5	102,1	9
15.		6,0	0,456	178,6	90,3	13
16.		5,0	0,476	127,5	196,2	17
17.	<p>Схема № 3</p>	<u>6,5</u> 8,07	0,532	176,6	102,1	9
18.		<u>7,0</u> 8,57	0,560	200,2	174,3	13
19.		<u>7,5</u> 9,07	0,550	174,6	129,5	17
20.		<u>6,0</u> 7,57	0,54	198,2	139,7	9
21.		<u>6,5</u> 8,07	0,560	214,3	197,8	13
22.		<u>7,0</u> 8,57	0,532	212,3	99,7	17
23.		<u>7,5</u> 9,07	0,550	196,2	149,2	9
24.		<u>6,0</u> 7,57	0,560	210,4	212,0	13

Закінчення додатка А

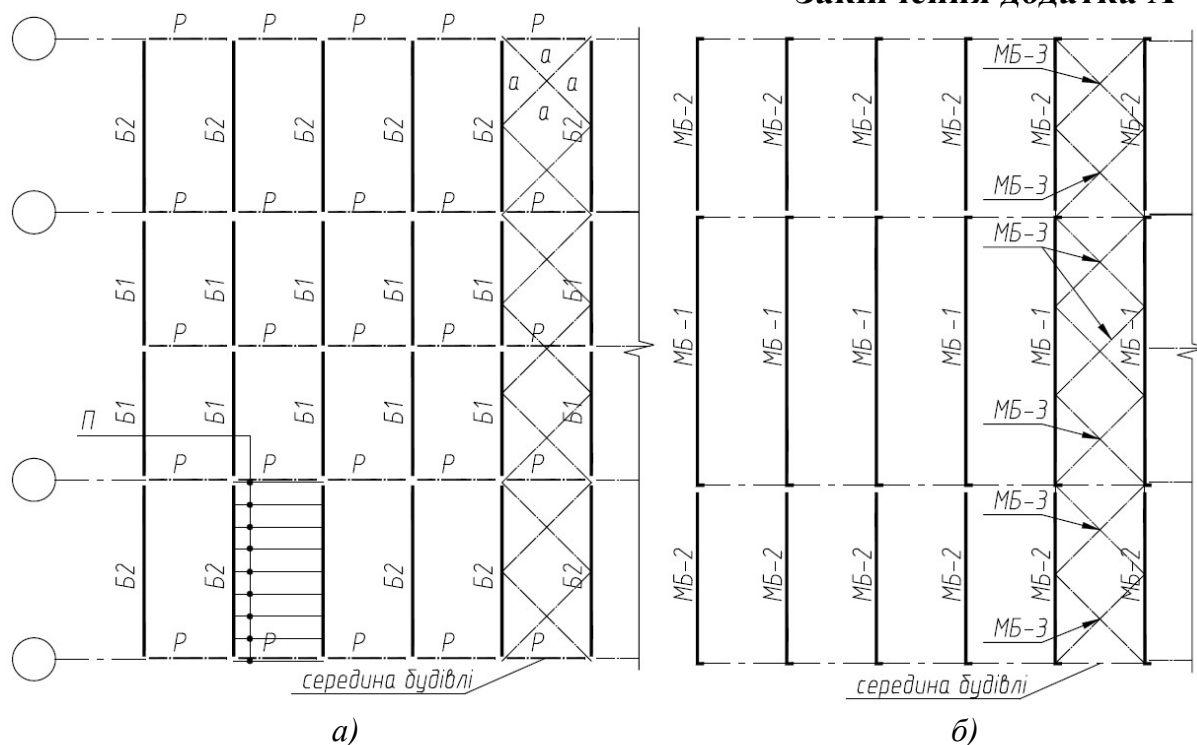


Рис. А1. Схема розташування елементів покриття (а) і монтажних блоків (б) для варіантів 1–8:

МБ-1 – рама; МБ-2 – напіврама; МБ-3 – блок покриття

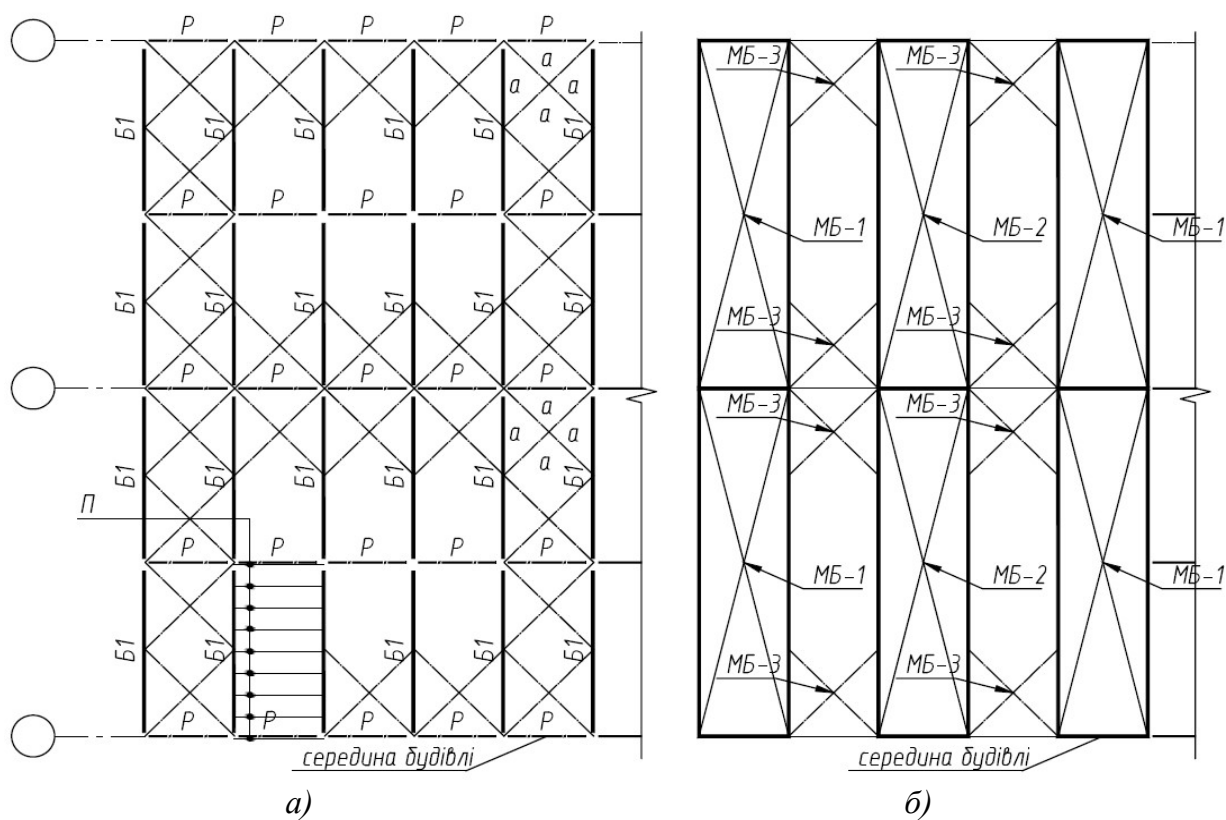
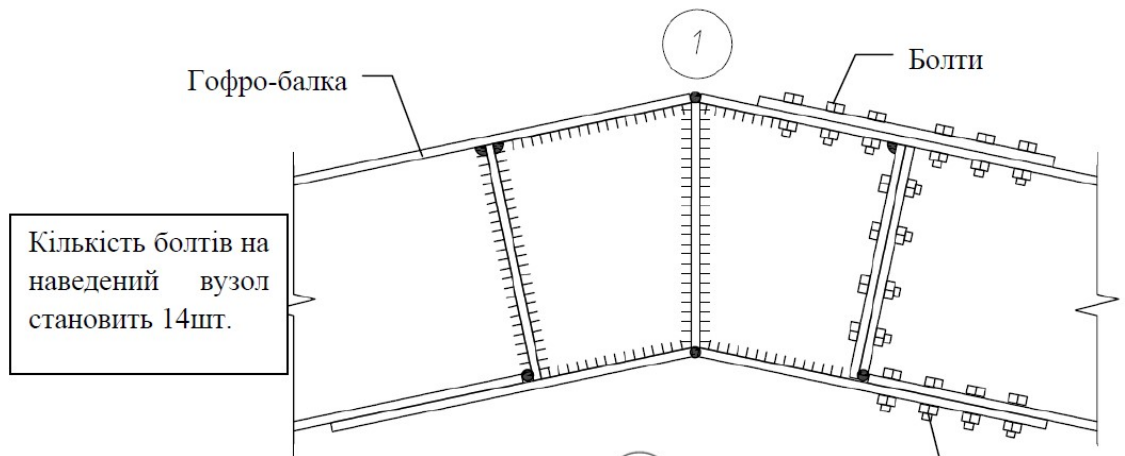


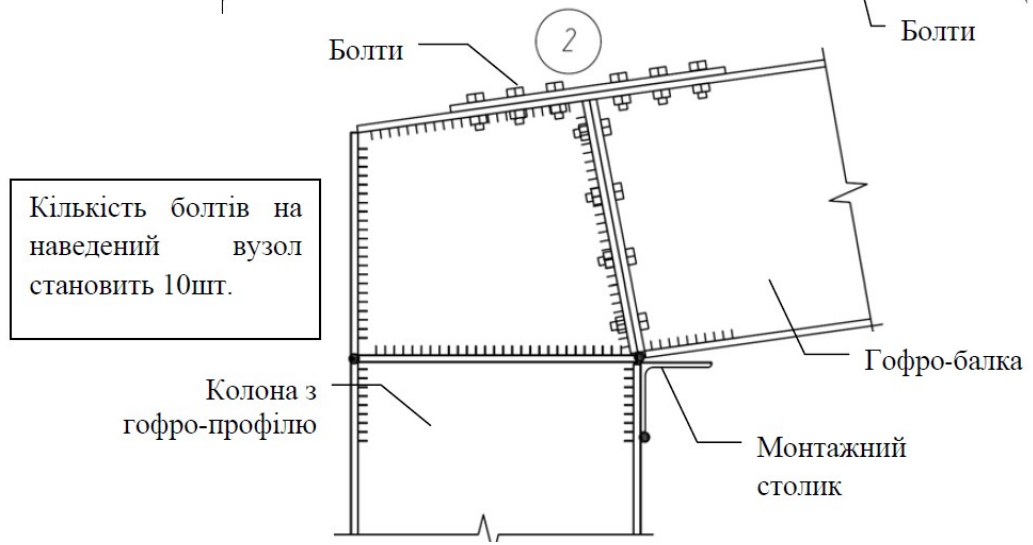
Рис. А2. Схема розташування елементів покриття (а) і монтажних блоків (б) для варіантів 9–24:

МБ-1, МБ-2, МБ-3 – блоки покриття.

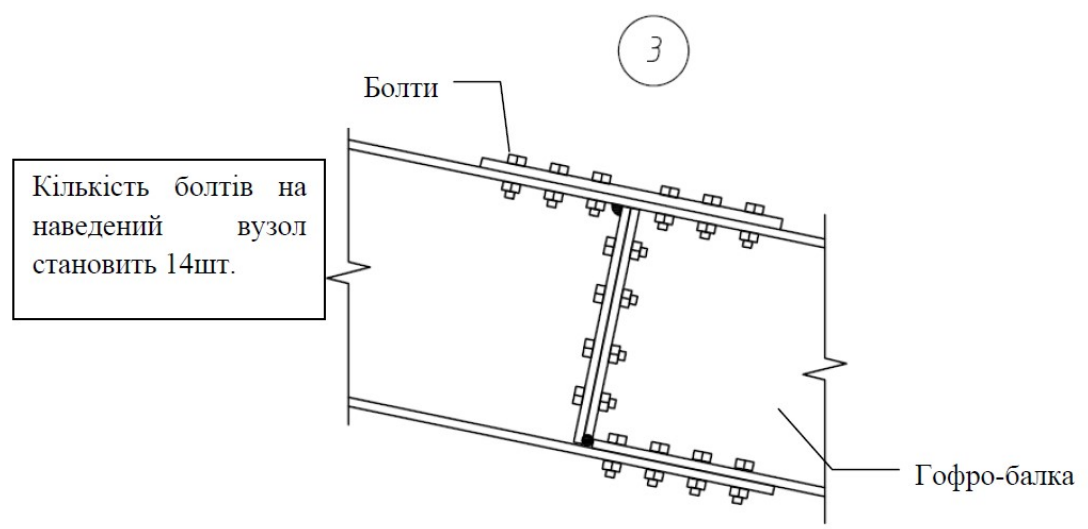
Вузли сполучення конструкцій



Кількість болтів на наведений вузол становить 14шт.



Кількість болтів на наведений вузол становить 10шт.



Кількість болтів на наведений вузол становить 14шт.

ДОДАТОК В*Таблиця В.1***Основні параметри і розміри двухвіткових стропів**

Позначення стропа	Вантажопідйомність, т	Довжина стропа L, мм	Позначення канатної вітки	Діаметр канату, мм	Маса 1000 м канату, кг
2СК-0,4	0,4	900...5000	ВК-0,32	6,2	141,6
2СК-0,5	0,5		ВК-0,4	6,9	176,6
2СК-0,63	0,63	1100...10 000	ВК-0,5	7,6	211,0
2СК-0,8	0,8		ВК-0,63	9,1	305,0
2СК-1,0	1,0	1100...15 000	ВК-0,8	9,6	358,6
2СК-1,25	1,25		ВК-1,0	11,0	461,1
2СК-1,6	1,6		ВК-1,25	12	527,0
2СК-2,0	2,0	1400...16 000	ВК-1,6	14,0	728,0
2СК-2,5	2,5		ВК-2,0	15,0	812,0
2СК-3,2	3,2		ВК-2,5	18,0	1245,0
2СК-4,0	4,0	1500...20 000	ВК-3,2	19,5	1350,0
2СК-5,0	5,0		ВК-4,0	22,0	1820,0
2СК-6,3	6,3		ВК-5,0	24,0	2110,0

*Таблиця В.2***Основні параметри гаків і ланок**

Позначення гака	Маса, кг	Позначення ланки	Маса, кг
К-0,32	0,10	—	—
К-0,4	0,15	Т-0,4	0,11
К-0,5	0,25	Т-0,5	0,14
К-0,63	0,41	Т-0,63	0,18
К-0,8	0,46	Т-0,8	0,25
К-1,0	0,77	Т-1,0	0,40
К-1,25	0,81	Т-1,25	0,58
К-1,6	1,25	Т-1,6	0,81
К-2,0	1,52	Т-2,0	1,09
К-2,5	2,40	Т-2,5	1,45
К-3,2	3,10	Т-3,2	1,90
К-4,0	3,80	Т-4,0	2,95
К-5,0	5,12	Т-5,0	4,30

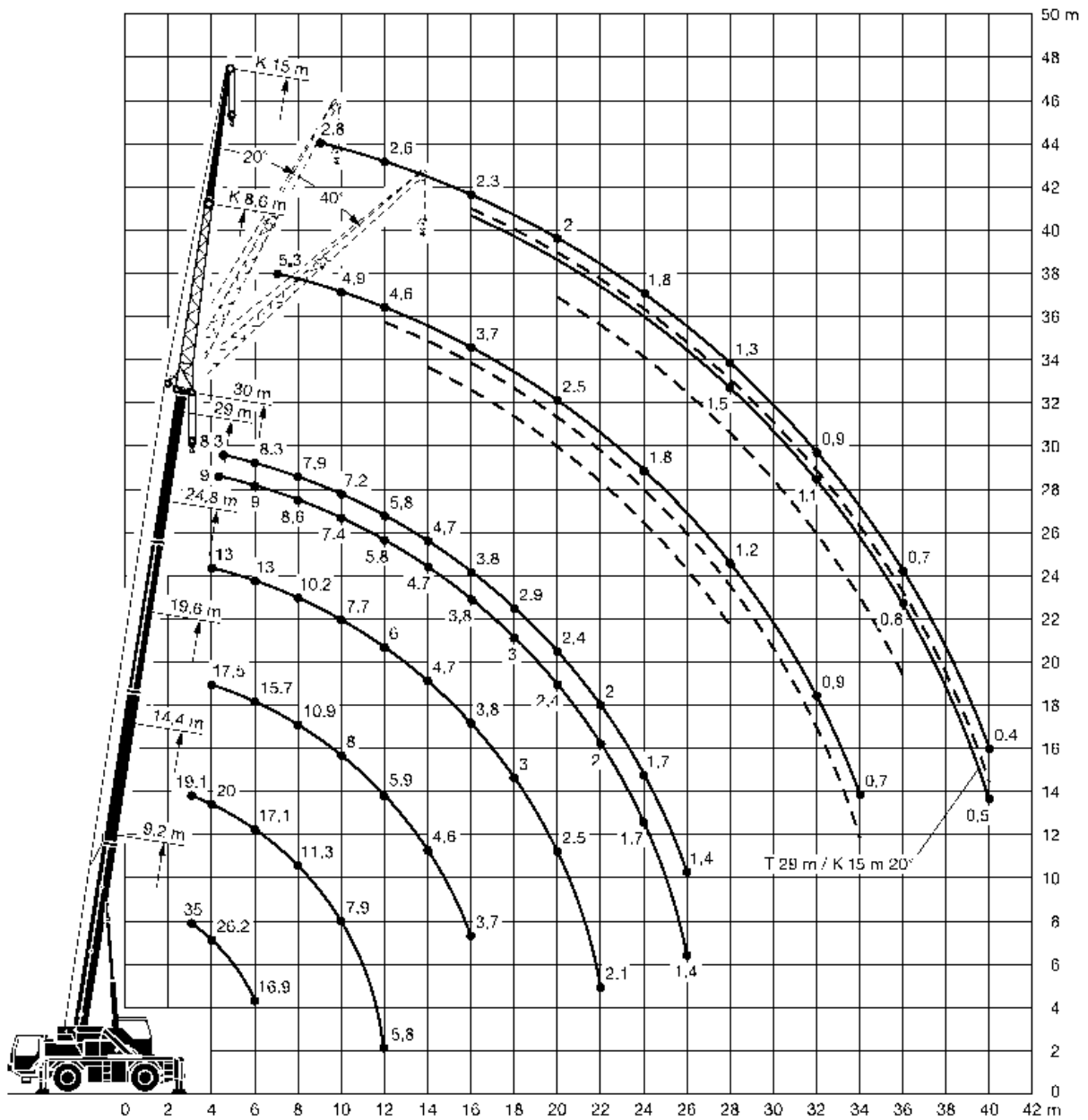





Рис. Г1. Вантажовисотні характеристики крана Liebherr LTM1030/2

ДОДАТОК Д

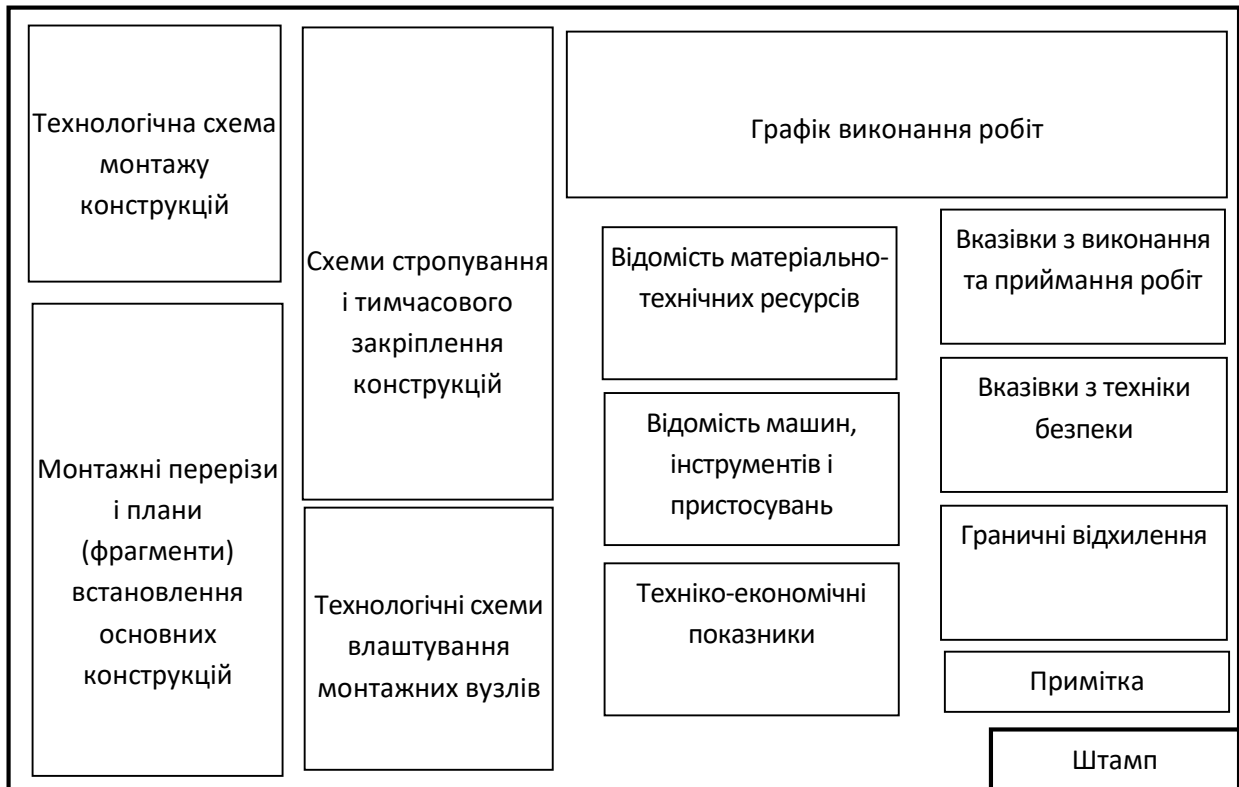
Технічні характеристики підйомних платформ ножичного типу VIRASTAR

Марка	Розміри платформи, м 	Висота до платформи, м 	Робоча висота, м 	Вантажопідйомність, кг
MP6608	1,75x0,8	4,6	6,6	300
MP7908	1,75x0,8	5,9	7,9	300
MP9308	1,75x0,8	7,3	9,3	300
MP0810	2,35x1	6,0	8,0	400
MP1010	2,35x1	8,0	10,0	400

**Норми витрат матеріалів на 1 тону монтажу металевих
конструкцій**

Найменування матеріалів	Одиниця вимірювання	Кількість
2	3	4
Електроди тип Е-42	кг	0,4
Цвяхи будівельні з плоскою головкою	кг	0,01
Канати прядив'яні просочені	кг	0,1
Розчинник марки Р-4	кг	0,06
Грунтовка ГФ-021 червоно-коричнева	кг	0,31
Кисень технічний газоподібний	м3	1,95
Пропан-бутан технічний	м3	0,59
Катанка діам. 6,5 мм	кг	0,03
Болти із шестигранною головкою оцинковані	кг	0,44
Бруски обрізні з хвойних порід товщ. 40–75 мм	м3	0,0013
Канат подвійного звивання, тип ТК оцинкований, з дроту марки В, марки-вального група 1770 н/мм2	м	0,187
Кола абразивні зачисні d 180 мм	шт	0,24
Окремі конструктивні елементи з гарячекатаних профілів	кг	2
Швелер № 40 з гарячекатаного прокату, з вуглецевої сталі марки Ст0	кг	1,94

Схема компоновки аркуша



ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Методичні вказівки

до практичних занять та розробки курсового проєкту
з освітньої компоненти «Технологія зведення будівель і споруд»
для здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр», що навчаються
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
за освітньою-професійною програмою «Промислове і цивільне
будівництво»

Укладачі: **Хохрякова Дар'я Олександрівна,**
Чертков Олег Юрійович

Комп'ютерне верстання *Д. О. Хохрякова*

Підписано до друку _____ Формат 60 x 84 1/16

Ум. друк. арк. 2,09. Обл.-вид. арк. 2,25.

Електронний документ. Вид № 134/III-23.

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

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