

Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
магістра

на тему: **«Дослідження сумісної роботи вантажопідіймальних кранів при
зведенні каркасних споруд підвищеної висотності»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 2МБП
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

Липоватий С.М.

Керівник: к.т.н., доц. Галінська Т.А.

Зав. кафедри: д.т.н., проф. Семко О.В.

Полтава - 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 Аналіз науково-практичних завдань суміжної роботи баштових кранів при виконанні монтажних робіт	7
1.1. Вступ і постановка проблеми	7
1.2. Поняття та класифікація суміжної роботи кранів	8
1.3. Нормативно-керівна база як підґрунтя суміжної роботи кранів.....	12
1.4. Особливості монтажних процесів висотних будівель як чинник суміжної роботи кранів.....	15
1.5. Вплив конструктивної схеми будівлі на організацію суміжної роботи кранів	18
1.6. Суміжність основних кранів і процеси укрупненої збірки модулів у робочій зоні.....	21
РОЗДІЛ 2 Визначення параметрів та підбір вантажопідіймального крану	23
2.1. Обґрунтування вантажопідйомності крану для виконання будівельних та монтажних робіт.	23
2.2. Визначення та обґрунтування вантажопідйомності крану для виконання будівельних та монтажних робіт.	26
РОЗДІЛ 3 Технологія будівельного виробництва	32
3.1. Вказівки щодо організації виконання робіт на будівельному майданчику	32
3.2. Порядок виконання робіт по монтажу конструкцій (елементів) надземної частини багатоярусної промислової споруди робочої вежі з відділеннями очистки зерна і зберігання відходів: монтаж несучого металевих каркасу, балкового перекриття і покриття	42
РОЗДІЛ 4 Організація виробництва	60

					<i>2МБП. ПЗ 12176612</i>							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>								
<i>Розроб.</i>		<i>Липоватий С.М.</i>			<i>Дослідження сумісної роботи вантажопідіймальних кранів при зведенні каркасних споруд підвищеної висотності</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Галінська Т.А.</i>							3	117		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Зигун А.Ю.</i>						НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»				
<i>Затверд.</i>		<i>Семко О.В.</i>										

4.1. Основні рішення щодо розробки будівельного генплану і календарного графіку на період проведення будівельно-монтажних робіт.	60
РОЗДІЛ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	78
5.1. Забезпечення надійності та безпеки при виконанні будівельних робіт	78
ВИСНОВОК.....	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	112

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Сучасне будівництво житлових і промислових об'єктів характеризується ускладненням конструктивних схем, зростанням висотності будівель та виконанням робіт у стиснених умовах будівельних майданчиків. За таких умов вантажопідіймальні крани є основними засобами механізації монтажних процесів, а ефективність їх роботи значною мірою визначає темпи, безпеку та економічність будівництва.

З метою скорочення тривалості зведення об'єктів та забезпечення паралельності виконання будівельно-монтажних робіт на практиці широко застосовується одночасна експлуатація двох і більше кранів у межах одного будівельного майданчика. Такий режим експлуатації, відомий як суміжна (конкурентна) робота вантажопідіймальних кранів, супроводжується частковим або повним перекриттям їх робочих зон і потребує особливої організації монтажних процесів.

Найбільш складні умови суміжної роботи кранів виникають при зведенні каркасних споруд підвищеної висотності, особливо промислових будівель зі сталевими каркасами, монтаж яких виконується як поелементно, так і укрупненими модулями. Значні маси та габарити монтажних елементів, робота на великих висотах, поєднання процесів укрупненої збірки і основного монтажу створюють підвищений рівень просторово-часових конфліктів між підіймальними механізмами та суттєво ускладнюють забезпечення безпечних умов праці.

Аналіз чинних нормативних і керівних документів свідчить, що питання безпечної експлуатації кранів у багатокранових умовах регламентуються переважно у загальному вигляді. Водночас детальні рекомендації щодо вибору раціональних схем суміжної роботи, розподілу монтажних операцій між кранами та управління їх взаємодією в умовах перекриття робочих зон залишаються недостатньо опрацьованими. Це зумовлює необхідність наукового обґрунтування організаційно-технологічних рішень із урахуванням типу будівлі, конструктивної схеми та прийнятої технології монтажу.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У зв'язку з цим актуальним є дослідження суміжної роботи вантажопідіймальних кранів як комплексної організаційно-технологічної задачі, що поєднує вимоги безпеки, ефективності та просторово-часового планування монтажних процесів.

Метою магістерської роботи є дослідження та обґрунтування організаційно-технологічних рішень суміжної роботи вантажопідіймальних кранів при зведенні каркасних споруд підвищеної висотності.

Об'єктом дослідження є процеси виконання будівельно-монтажних робіт із застосуванням декількох вантажопідіймальних кранів у висотному будівництві.

Предметом дослідження є організаційно-технологічні та просторово-часові особливості конкурентної роботи кранів у зонах перекриття їх робочих радіусів.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 Аналіз науково-практичних завдань суміжної роботи баштових кранів при виконанні монтажних робіт

1.1. Вступ і постановка проблеми

Висотне будівництво житлових і промислових будівель характеризується високою концентрацією монтажних операцій, обмеженими габаритами будівельних майданчиків та необхідністю забезпечення інтенсивних темпів виконання робіт. За таких умов широко застосовується одночасна експлуатація двох і більше баштових кранів, робочі зони яких частково або повністю перекриваються. Зазначений режим експлуатації в технічній і науковій літературі визначається як суміжна (конкурентна) робота баштових кранів.

Суміжна робота кранів є складним організаційно-технологічним процесом, що поєднує вимоги до безпечної експлуатації підйимального обладнання, раціональної організації монтажних потоків та оптимального використання виробничих ресурсів. Використання кількох кранів дозволяє забезпечити паралельність виконання робіт, скоротити загальну тривалість будівництва та підвищити продуктивність монтажу. Водночас перекриття робочих зон кранів призводить до виникнення просторово-часових конфліктів, пов'язаних із можливим перетином траєкторій переміщення вантажів, зближенням стріл і візків, а також взаємодією з елементами зведеної будівлі та тимчасовими спорудами.

Особливо складні умови суміжної роботи баштових кранів виникають при зведенні висотних промислових будівель зі сталевим каркасом, що монтується укрупненими модулями. Для таких об'єктів характерні значні маси і габарити монтажних елементів, підвищені відмітки виконання робіт, жорсткі допуски на позиціонування конструкцій та паралельне виконання процесів укрупненої збірки і монтажу. У результаті формується багатокранове середовище з високою щільністю підйомних операцій, у якому помилки організації або координації можуть призводити до зниження безпеки та порушення технологічної послідовності робіт.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз чинних нормативних документів і галузевих керівництв свідчить, що питання суміжної роботи кранів регламентуються переважно у загальному вигляді, з акцентом на заборону небезпечних поєднань рухів і необхідність встановлення організаційних або технічних обмежень при перекритті робочих зон. Водночас ці документи не надають детальних рекомендацій щодо вибору раціональних схем суміжної роботи, розподілу монтажних операцій між кранами та управління просторово-часовими взаємодіями в умовах висотного будівництва.

У зв'язку з цим у сучасних наукових дослідженнях сформувався окремий напрям, спрямований на розгляд суміжної роботи баштових кранів як задачі просторово-часового планування монтажних операцій. У межах зазначеного напрямку розробляються підходи до оптимізації послідовності та графіків підйомів, моделі розподілу і диспетчеризації монтажних робіт у зонах перекриття, а також методи попереднього виявлення конфліктів на основі BIM/4D-моделювання з метою перевірки технологічної здійсненності прийнятих рішень.

Таким чином, узагальнення результатів наукових досліджень і практичного досвіду свідчить про доцільність комплексного аналізу завдань суміжної роботи баштових кранів з урахуванням типу висотної будівлі, конструктивної системи та прийнятої технології монтажу. Проведення такого аналізу дозволяє обґрунтувати організаційно-технологічні рішення, спрямовані на забезпечення безпечної та ефективної роботи кранів у складних будівельних (стиснених) умовах.

1.2. Поняття та класифікація суміжної роботи кранів

1.2.1. Терміни та межі поняття

У нормативній, фаховій та науковій літературі, присвяченій організації кранових монтажних робіт, застосовуються різні терміни для опису одночасної експлуатації декількох підйимальних механізмів. З метою коректного формулювання предмета дослідження доцільно чітко розмежувати близькі за

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змістом, але різні за організаційно-технологічною сутністю режими роботи кранів [1–3].

Суміжна (конкурентна) робота вантажопідіймальних кранів визначається як одночасна експлуатація двох і більше кранів у межах одного будівельного майданчика, за якої кожен кран виконує незалежні монтажні або транспортні операції з різними вантажами. Характерною ознакою такого режиму є наявність або потенційна можливість просторово-часових конфліктів, що виникають унаслідок перекриття робочих зон, перетину траєкторій переміщення вантажів, небезпечного зближення стріл, візків, противаг або канатних систем [4–6]. Саме цей режим експлуатації є найбільш поширеним у висотному будівництві та становить основний предмет аналізу в даній роботі.

Поряд із цим у літературі виокремлюється поняття «спільний підйом» одного вантажу кількома кранами (*multiple lifting, tandem lifting*), за якого два або більше кранів одночасно піднімають і переміщують один конструктивний елемент. Для такого режиму характерні специфічні розрахункові задачі, пов'язані з розподілом навантажень, синхронізацією рухів і стійкістю вантажу, що регламентуються окремими нормативними вимогами та методиками [7, 8]. У межах даного дослідження спільний підйом розглядається лише як суміжний випадок, оскільки він не відображає типову організацію монтажних процесів при масовій паралельній роботі кранів.

Таким чином, у подальшому під терміном суміжна робота кранів розуміється виключно конкурентна експлуатація декількох кранів із незалежними вантажопотоками в умовах спільного простору виконання робіт.

1.2.2. Класифікація суміжної роботи за організаційно-технологічними ознаками

Аналіз наукових публікацій з організації будівництва та практичних кодексів безпеки дозволяє систематизувати суміжну роботу вантажопідіймальних кранів за низкою організаційно-технологічних ознак, що

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

мають принципове значення для планування та управління монтажними процесами [1, 3, 5, 9].

Класифікація за просторовою конфігурацією робочих зон

За характером взаємного розташування робочих зон кранів виділяють такі випадки:

- суміжна робота без перекриття робочих зон, коли кожен кран обслуговує чітко визначений сектор будівельного майданчика. За таких умов ризик взаємних конфліктів є мінімальним, а завдання управління зводяться переважно до координації графіків постачання вантажів [4].
- суміжна робота з частковим перекриттям робочих зон (overlapping areas), що є найбільш поширеним випадком у висотному будівництві. У цьому разі окремі ділянки майданчика можуть обслуговуватися кількома кранами, що потребує запровадження обмежень на одночасні рухи та застосування спеціальних алгоритмів диспетчеризації підйомів. Саме для таких умов у наукових дослідженнях розроблено більшість моделей оптимізації графіків роботи декількох баштових кранів [10–12].
- суміжна робота з істотним перекриттям робочих зон, характерна для обмежених або щільно забудованих майданчиків, а також для промислових об'єктів із насиченою технологічною інфраструктурою. У цьому випадку кілька кранів можуть одночасно обслуговувати близько розташовані точки попиту, що значно ускладнює забезпечення безпеки та вимагає централізованого управління й детального просторово-часового планування [6, 13].

Класифікація за ступенем централізації керування

Залежно від прийнятої системи управління суміжну роботу кранів поділяють на:

- децентралізовану, за якої узгодження дій між операторами здійснюється на основі встановлених правил, сигналізації або радіозв'язку. Такий підхід допускається лише за незначного перекриття зон та обмеженої кількості

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кранів і характеризується підвищеною залежністю від людського фактора [2, 14].

- централізовану, за якої координація роботи кранів здійснюється через відповідального керівника підймальних операцій або диспетчерську систему на основі формалізованого плану керування кранами. Даний підхід рекомендований практичними кодексами та корпоративними інструкціями у випадках перекриття шляхів переміщення вантажів і застосування більше двох кранів [7, 15].

Класифікація за типом потенційних конфліктів

З позицій безпеки та технологічної надійності суміжна робота кранів характеризується такими основними типами конфліктів:

- кран–кран, що включають можливе зіткнення або небезпечне зближення стріл, противаг, візків чи канатних систем;
- вантаж–вантаж, які виникають під час одночасних підйомів у межах однієї повітряної зони;
- вантаж–конструкції або тимчасові споруди, пов’язані з колізіями траєкторій переміщення вантажів із елементами будівлі, лісами чи монтажними майданчиками;
- кран–навколишнє середовище, зокрема взаємодія з лініями електропередач, існуючими будівлями або вплив метеорологічних факторів, що є особливо критичним на значних висотах [5, 16].

Сучасні дослідження у сфері технологій забезпечення безпеки баштових кранів та цифрового моніторингу підтверджують, що ефективне управління суміжною роботою кранів можливе лише за комплексного врахування всіх перелічених типів конфліктів та їх інтеграції у процес планування й контролю монтажних операцій [11, 17].

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Нормативно-керівна база як підґрунтя суміжної роботи кранів

Організація суміжної роботи баштових кранів у висотному будівництві ґрунтується на сукупності нормативних, стандартних і керівних документів, які визначають вимоги до безпечної експлуатації підймальних механізмів, порядку планування монтажних операцій та відповідальності персоналу. Зазначена база формує обов'язкові та рекомендовані обмеження, які безпосередньо впливають на вибір організаційно-технологічних рішень при одночасній роботі декількох кранів, особливо в умовах перекриття їх робочих зон [1–3].

1.3.1. Стандарти безпеки для баштових кранів

Базовим документом, що регламентує вимоги безпеки до баштових кранів на європейському рівні, є стандарт EN 14439 “Cranes – Tower cranes”, який установлює технічні вимоги до конструкції, стійкості, обмежувальних і запобіжних пристроїв, а також до умов експлуатації кранів [17]. У нових редакціях стандарту додаткову увагу приділено системам нарощування (climbing systems), що є критично важливими для висотних будівель, де баштові крани працюють у режимі самопідймання та протягом тривалого часу взаємодіють між собою в обмеженому просторі.

Щодо до мобільних (у тому числі автомобільних, самохідних та самомонтуючихся) кранів основним стандартом відносно вимог безпеки є EN 13000 “Cranes – Mobile cranes”, який установлює комплексні технічні вимоги до підбору, проектування, розрахунку міцності та стійкості, оснащення обмежувальними й запобіжними пристроями, а також до умов експлуатації та технічного контролю мобільних кранів [18]. Стандарт приділяє особливу увагу питанням стійкості крана в робочому положенні, роботі на виносних опорах, контролю вантажних моментів і взаємодії крана з опорною поверхнею, що є критично важливим під час виконання вантажопідймальних операцій у стіснених умовах будівельних майданчиків та при роботі поблизу існуючої забудови.

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						12
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

В Україні нормативною основою для проектування, монтажу та безпечної експлуатації підймальних кранів є гармонізовані стандарти ДСТУ EN 14439:2014 [19], ідентичний EN 14439:2006+A2:2009, та ДСТУ EN 13000:2016 [20], ідентичний EN 13000, які відповідно регламентують вимоги безпеки до баштових і мобільних кранів. Хоча ДСТУ EN 14439 не містить детальних методик організації суміжної роботи кількох кранів, він установлює обов'язкові вимоги щодо обмеження небезпечних рухів, застосування кінцевих вимикачів, систем захисту від перевантаження та умов допустимості експлуатації, що формує технічні передумови для впровадження організаційних і програмно-апаратних засобів запобігання колізіям. Застосування ДСТУ EN 13000, своєю чергою, забезпечує узгодження національних вимог із європейською практикою, підвищує рівень промислової безпеки та створює єдині підходи до оцінювання ризиків і організації вантажопідймальних робіт на будівельних об'єктах.

1.3.2. Стандарти «безпечного використання кранів» та планування підймальних операцій

Загальні принципи організації безпечної експлуатації кранів визначаються міжнародним стандартом ISO 12480-1 “Cranes – Safe use – Part 1: General”, який розглядає використання кранів як систему робіт, що включає планування, вибір обладнання, організацію робочих зон, визначення ролей і відповідальності персоналу [2]. У цьому стандарті підкреслюється, що безпечна робота кранів забезпечується не лише технічними характеристиками обладнання, але й правильним управлінням процесом виконання підймальних операцій.

Нова редакція ISO 12480-1:2024 посилює акцент на необхідності попереднього планування підймальних операцій (lift planning), оцінки ризиків і підтвердження компетентності персоналу, задіяного в управлінні кранами [2]. Для умов суміжної роботи баштових кранів ці положення означають обов'язковість розроблення формалізованого плану робіт, у якому мають бути

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						13
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

визначені допустимі режими одночасної роботи, обмеження в зонах перекриття, порядок пріоритезації операцій і засоби контролю за виконанням прийнятих рішень.

1.3.3. Кодекси практики та регуляторні вимоги щодо роботи кількох кранів

Окрему групу нормативно-керівних документів становлять галузеві кодекси практики та вимоги регуляторних органів, які безпосередньо регламентують роботу кількох кранів на одному будівельному майданчику. У таких документах прямо зазначається, що у разі перекриття робочих радіусів або шляхів переміщення вантажів необхідно впроваджувати систему управління взаємодією кранів, яка може включати організаційні заходи, технічні обмеження та засоби моніторингу [21, 22].

Аналогічні вимоги містяться в матеріалах OSHA (США), де наголошується на обов'язковості встановлення процедур контролю та відповідальної особи у випадку одночасної роботи декількох кранів із перекриттям зон обслуговування [23]. Подібний підхід реалізований і в Code of Practice for Safe Use of Tower Cranes (Hong Kong), який детально регламентує питання координації, зв'язку між операторами та пріоритетів виконання підймальних операцій у багатокранових умовах [16].

1.3.4. Відображення нормативних вимог у наукових дослідженнях

У наукових публікаціях зазначені нормативні та керівні вимоги знаходять відображення у вигляді формалізованих обмежень і правил, які закладаються в математичні та імітаційні моделі суміжної роботи кранів. Зокрема, вимоги щодо заборони небезпечних одночасних рухів трансформуються у обмеження на одночасне виконання конфліктних операцій у зонах перекриття, а рекомендації щодо координації – у правила пріоритезації та мінімальні часові інтервали між взаємопов'язаними підйомами [4–6].

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, нормативно-керівна база не лише визначає загальні вимоги безпеки, але й слугує методологічним підґрунтям для розроблення сучасних наукових підходів до планування та управління суміжною роботою баштових кранів. Узгодження організаційно-технологічних рішень із положеннями стандартів і кодексів практики є необхідною умовою забезпечення безпечної та ефективної експлуатації кранів у багатокранових і висотних умовах будівництва.

1.4. Особливості монтажних процесів висотних будівель як чинник суміжної роботи кранів

Характер монтажних процесів у висотному будівництві безпосередньо впливає на організацію суміжної роботи баштових кранів, визначаючи інтенсивність підймальних операцій, конфігурацію вантажопотоків і рівень просторово-часових ризиків. Тип будівлі, її функціональне призначення та конструктивна схема зумовлюють різні підходи до планування кранових робіт, що підтверджується як положеннями нормативних документів, так і результатами наукових досліджень у галузі організації будівельного виробництва [1, 2].

1.4.1. Житлові висотні будівлі

Висотне житлове будівництво характеризується значною інтенсивністю монтажно-транспортних операцій, що обумовлено циклічним характером зведення поверхів і високим рівнем повторюваності процесів. Для таких об'єктів типовими є:

- висока частота підйомів, пов'язана з подачею арматурних виробів, елементів опалубки, інженерних мереж і допоміжних матеріалів;
- повторюваність логістичних циклів, яка дозволяє стандартизувати операції, але водночас підвищує щільність підймальних робіт;

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обмежені габарити будівельного майданчика в умовах щільної міської забудови, що зумовлює застосування 2–4 баштових кранів із частковим перекриттям їх робочих зон [3, 4].

За таких умов суміжна робота баштових кранів у житловому будівництві має переважно логістичний характер, а основною науково-практичною задачею стає запобігання інтерференції між паралельними підйомами. Саме цій проблемі присвячена значна кількість досліджень, у яких формалізується задача «проблема послідовного обслуговування кількох кранів». У межах цієї задачі визначається розподіл монтажних операцій між кранами та оптимальна послідовність підйомів з урахуванням обмежень на небезпечні одночасні рухи в зонах перекриття [5–7].

Результати свідчать, що одним із ключових чинників є розмір та конфігурація робочої зони підйому, які істотно впливають на продуктивність і безпеку кранових робіт. Збільшення площі перекриття призводить до зростання кількості конфліктних ситуацій і вимушених простоїв, що негативно позначається на загальній тривалості будівництва. Імітаційні та оптимізаційні моделі підтверджують необхідність встановлення мінімальних часових інтервалів між взаємно конфліктними підйомами та впровадження централізованої диспетчеризації робіт [9–11].

1.4.2. Промислові висотні будівлі та споруди

Монтажні процеси при зведенні висотних промислових будівель і споруд істотно відрізняються від житлового будівництва за масштабами, складністю та рівнем ризиків. Для цієї групи об'єктів (виробничі корпуси, енергетичні та технологічні споруди, висотні промислові каркаси) визначальними є такі особливості:

- монтаж важких і габаритних елементів, зокрема сталевих колон, балок, просторових ферм та укрупнених монтажних модулів;

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- жорсткі просторові обмеження, пов'язані з наявністю технологічного обладнання, тимчасових естакад, монтажних майданчиків та зон підвищеної небезпеки;
- широке застосування модульних технологій та укрупненої збірки, що передбачає паралельне виконання процесів виготовлення або укрупнення блоків і їх монтажу на проєктні відмітки [11–13].

У таких умовах суміжна робота баштових кранів трансформується з логістичної задачі у просторово-часову проблему чотиривимірного характеру ($X-Y-Z-t$). Вирішальним стає не лише час виконання окремих підйомів, а й взаємне положення кранів, вантажів та конструктивних елементів на різних висотних рівнях. Неврахування цих факторів може призводити до небезпечного зближення вантажів, блокування монтажних зон і порушення технологічної послідовності робіт [13, 24].

Саме тому в наукових дослідженнях, присвячених промисловому будівництву, домінують BIM/4D-підходи до планування суміжної роботи кранів. Такі підходи передбачають моделювання одночасної роботи кількох кранів у BIM-середовищі з подальшою перевіркою колізій і просторово-часових конфліктів. На їх основі формуються детальні плани підйомів на мікрорівні (траєкторії переміщення окремих елементів, послідовність монтажу) та макрорівні (загальна логістика майданчика, взаємодія зон укрупненої збірки та основного монтажу) [16, 19].

Можливо з впевненістю аргументувати, що для житлових висотних будівель суміжна робота баштових кранів розглядається переважно як задача оптимізації графіків і логістичних потоків, тоді як для промислових об'єктів із металевими каркасами та укрупненими модулями вона набуває характеру комплексної задачі просторово-часового планування, що потребує застосування BIM/4D-технологій і централізованого управління крановими операціями при зведенні складних об'єктів.

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						17
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.5. Вплив конструктивної схеми будівлі на організацію суміжної роботи кранів

Конструктивна схема будівлі визначає не лише геометричні та розрахункові параметри споруди, але й безпосередньо впливає на організацію монтажних процесів і режими експлуатації баштових кранів. Тип несучої системи формує характер вантажопотоків, масу і габарити монтажних елементів, тривалість окремих операцій та допустимі варіанти просторового розміщення кранів. У наукових дослідженнях підкреслюється, що ефективність і безпека суміжної роботи кранів суттєво залежать від відповідності прийнятої кранової схеми конкретному конструктивному рішенню будівлі [1, 2, 17].

У багатокранових умовах конструктивна схема визначає також ступінь перекриття робочих зон, кількість одночасно активних «точок попиту» та потребу в централізованій координації підйомів. Саме тому в сучасних публікаціях питання організації суміжної роботи кранів розглядається у тісному зв'язку з аналізом конструктивних систем будівель [25].

1.5.1. Монолітні залізобетонні каркаси

Монолітні залізобетонні каркаси характеризуються високою інтенсивністю циклічних підймальних операцій, що пов'язані з подачею опалубки, арматурних каркасів, бетонної суміші, інвентарних підмостів та допоміжних матеріалів. Кран у такій схемі виконує функцію універсального транспортного засобу, який обслуговує велику кількість рівномірно розподілених точок попиту на різних поверхах [3].

За умов суміжної роботи двох і більше баштових кранів основним організаційно-технологічним викликом є управління чергами підйомів та запобігання взаємному блокуванню кранів у зонах перекриття робочих радіусів. При цьому вимоги безпеки накладають обмеження на одночасність виконання окремих рухів (поворот стріли, переміщення візка, підйом/опускання вантажу), що знижує потенційну пропускну здатність кранової системи [4].

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У наукових моделях суміжна робота кранів при монолітному будівництві часто формалізується як задача інтенсивного обслуговування повторюваних операцій, де ключову роль відіграють методи математичної оптимізації та імітаційного моделювання. Найбільш поширеними є підходи на основі лінійне програмування зі змішаними цілими числами, обмеження та заперечення рухів, які дозволяють мінімізувати сумарний час виконання робіт і простої кранів з урахуванням обмежень безпеки в зоні монтажу [5, 6, 11].

1.5.2. Збірні залізобетонні каркаси

Для будівель зі збірними залізобетонними каркасами характерний дискретний характер монтажу, за якого кожен підйом окремого елемента є технологічно завершеною операцією з високими вимогами до точності та безпеки. У порівнянні з монолітним будівництвом, кількість підйомів зменшується, проте зростають маса та габарити елементів, а також відповідальність кожної операції [9].

У багатокранових схемах ключовим завданням стає оптимізація просторового розміщення кранів і зон їх обслуговування з урахуванням геометрії будівлі та черговості монтажу елементів. Наукові дослідження показують, що нераціональне розміщення кранів може призводити до суттєвого зростання перекриття робочих зон і, як наслідок, до підвищення ризику конфліктів і простоїв [26].

У роботах, присвячених суміжній роботі двох і більше баштових кранів при монтажі збірних конструкцій, суміжність розглядається як задача спільної оптимізації розташування кранів і режимів їх роботи. При цьому враховуються не лише часові, але й просторові параметри — допустимі траєкторії підйомів, зони тимчасового складування та можливі колізії з елементами будівлі [27, 28].

1.5.3. Металеві каркаси та монтаж сталевих конструкцій

Металеві каркаси характеризуються найбільшою різноманітністю технологічних рішень монтажу, що безпосередньо впливає на режими суміжної

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи кранів. У практиці висотного промислового будівництва застосовуються як монтаж по окремих елементах (колони, балки, ригелі, зв'язки), так і монтаж укрупненими модулями (блоки рам, просторові секції, модулі перекриттів і технологічних майданчиків) [29].

Монтаж по окремих елементах. Монтаж металевого каркаса по окремих елементах супроводжується значною кількістю підйомів з відносно меншою масою вантажів. За таких умов суміжна робота кранів за своїми характеристиками наближається до монолітного будівництва, проте ускладнюється підвищеними вимогами до точності позиціювання та тимчасового закріплення елементів на висоті [30].

Основними ризиками суміжної роботи кранів є взаємне перекриття монтажних зон, небезпечне зближення вантажів на різних висотних рівнях та обмеження маневрування кранів у процесі тимчасового монтажного закріплення. У наукових публікаціях підкреслюється необхідність чіткого розмежування зон відповідальності кранів і застосування централізованої диспетчеризації підйомів [11, 14].

Модульний монтаж укрупнених блоків. За модульної стратегії монтажу кількість підйомів істотно зменшується, однак кожна операція характеризується підвищеною складністю, масою та габаритами вантажів. Для таких умов типовими є:

- жорсткі вимоги до просторової точності позиціювання модулів;
- поєднання паралельних процесів укрупненої збірки та основного монтажу;
- необхідність детального погодження роботи кількох кранів у спільному повітряному просторі [31].

У сучасних наукових роботах підкреслюється, що для металевих каркасів з укрупненими модулями суміжна робота кранів повинна розглядатися в межах комплексного планування монтажних процесів, який охоплює вибір конфігурацій кранів, місць їх стоянки, послідовності встановлення модулів, аналіз траєкторій підйомів та оцінку конфліктів [13, 16, 32].

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливого поширення набули 4D-орієнтовані підходи до автоматизації важких монтажних процесів, а також графові моделі оптимізації послідовності монтажу модулів, які дозволяють оцінювати альтернативні сценарії організації суміжної роботи кранів ще на стадії проєктування будівельного виробництва [32, 33].

1.6. Суміжність основних кранів і процеси укрупненої збірки модулів у робочій зоні

Застосування укрупнених модулів при зведенні висотних промислових будівель зі сталевим каркасом істотно ускладнює організацію монтажних процесів і формує специфічні умови суміжної роботи підймальних механізмів. На відміну від традиційних схем, у яких крани обслуговують переважно процес безпосереднього монтажу конструкцій, модульне будівництво передбачає паралельне виконання монтажних і підготовчих операцій у межах одного будівельного майданчика. Це зумовлює появу додаткових просторово-часових взаємодій між основними кранами та допоміжними механізмами, що потребує комплексного підходу до планування і управління крановими роботами [1-3].

Для промислового висотного металевго каркаса з укрупненими модулями типовою є організаційна схема, за якої основний монтаж і процеси укрупненої збірки виконуються паралельно. У такій схемі одночасно реалізуються:

монтаж укрупнених модулів основними вантажопідймальними кранами, що включає подачу, позиціювання та встановлення модулів на проєктних відмітках;

укрупнена збірка модулів на землі або на спеціально організованих технологічних майданчиках із застосуванням допоміжних підймальних механізмів (автомобільні крани, козлові або порталні системи, монтажні траверси, спеціалізовані стропувальні пристрої).

У низці випадків зони укрупненої збірки розміщуються в безпосередній близькості до основної зони монтажу або навіть у межах тієї ж повітряної зони,

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що призводить до перекриття траєкторій переміщення вантажів і взаємного впливу операцій різного призначення. За таких умов суміжність роботи кранів набуває багаторівневого характеру, оскільки взаємодіють не лише основні баштові крани між собою, але й баштові та допоміжні підймальні механізми [6].

Додатковий клас конфліктів формується внаслідок перетину вантажопотоків за схемою «склад або зона укрупнення → зона монтажу». До таких конфліктів належать:

- конкуренція за обмежений простір для стропування та розстропування модулів;
- перетин траєкторій під час випробувальних підйомів і розвороту габаритних елементів;
- обмеження можливостей тимчасового складування та очікування модулів у при-кранових зонах;
- вплив допоміжних механізмів на роботу основних кранів у суміжних секторах майданчика .

Дослідження у сфері процесів модульного монтажу свідчать, що зі зростанням кількості модулів і підйомів ручне узгодження таких операцій стає надмірно складним і схильним до помилок. За відсутності формалізованого планування та просторово-часової візуалізації ризик небезпечних ситуацій і нераціональних простоїв кранів істотно зростає.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 Визначення параметрів та підбір вантажопідіймального крану

2.1. Обґрунтування вантажопідйомності крану для виконання будівельних та монтажних робіт.

Визначаємо вантажопідйомність крану для зведення каркасної споруди шляхом обрахунку сукупності необхідних технічних характеристик, таких як вантажопідйомність, висота підйому гака та виліт.

Вантажопідйомність крана:

$$Q_{кр} = Q_{ел} + Q_{вз}$$

де $Q_{ел}$ – маса найважчого елемента;

$Q_{вз}$ – маса монтажного пристосування.

Варіант по-елементного монтажу

Найважчим вантажем є головна балка перекриття масою 1,0 т.

Маса монтажного пристосування прийнято $Q_{вз}=0,05$ т.

Відповідно необхідна вантажопідйомність крана становить

$$Q_{кр}=1,0+0,05=1,05 \text{ т.}$$

Висота підйому гака:

$$H_{кр} = h_0 + h_з + h_{ел} + h_{вз},$$

де h_0 – перевищення відмітки елемента, який монтується над рівнем стоянки крана, в м ($h_0 = 52,30$ м);

$h_з$ – запас по висоті, необхідний за умовами монтажу для перенесення її через змонтовані конструкції, в м (не менш 0,5 м);

$h_{ел}$ - висота елемента в монтажному положенні, в м (для неповоротного бункера прийнято $h_{ел}=0,4$ м);

$h_{вз}$ - висота вантажозахватного пристрою, відстань від верха елемента, який монтується до низу гака в робочому положенні в м (для балки - $h_{вз} = 4,4$ м).

$$H_{кр} = 52,3 + 0,5 + 0,4 + 4,4 = 57,6 \text{ м;}$$

Виліт стріли:

При використанні баштового крана:

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_c = l_1 + l_2 + l_3$$

де l_1 - половини ширини колії баштового крана в м, $l_1 = 3,0$ м;

l_2 - відстань між зовнішньою поверхнею споруди і краєм прилеглої рейки, $l_2 = 10,0$ м;

l_3 - відстань між зовнішніми площинами споруди в м;

$l_3 = 11,6$ м.

$$L_c = l_1 + l_2 + l_3 = 3,0 + 10,0 + 11,6 = 24,6 \text{ м}$$

Для мобільних кранів необхідно забезпечити вільний поворот хвостової частини платформи з контрвагою. У випадку використання мобільного стрілового крана робочі стоянки можуть бути лише вздовж літерних осей. Тому необхідний виліт стріли становить:

$$L_c = l_1 + l_2 + l_3 = 6,0 + 10,0 + 11,6 = 27,6 \text{ м}$$

де l_1 – розрахункова ширина колії стрілового крана; $l_1 = 6,0$ м;

l_2 – відстань від стіни будинку до найближчої опори крана; $l_2 = 10,0$ м;

l_3 – відстань від краю стіни до місця розвантаження елемента; $l_3 = 11,6$ м.

Таким чином необхідні параметри крана зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1.

Необхідні параметри вантажопідіймального крана для ведення будівельних та монтажних робіт при по-елементному монтажі

Тип крана	Вантажопідіймність, $Q_{кр}$, т	Висота підйому гака, $H_{кр}$, м	Виліт стріли, L_c , м
Баштовий	1,05	57,6	24,6
Самохідний	1,05	57,6	27,6

Варіант монтажу укрупненими блоками (модулю)

Найважчим вантажем є укрупнений об'ємний блок (модуль), котрий складається з 4-х колон, 4 головних балок та 2х рівнів перекриття, в'язі загальною масою близько 6,0 т.

Маса монтажного пристосування прийнято $Q_{вз} = 0,1$ т.

Відповідно необхідна вантажопідіймність крана становить:

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{кр} = 6,0 + 0,1 = 6,1 \text{ т.}$$

Висота підйому гака:

$$H_{кр} = h_0 + h_3 + h_{ел} + h_{вз} = 46,8 + 1,0 + 5,5 + 3,7 = 57,0 \text{ м;}$$

де h_0 – перевищення відмітки елемента, який монтується над рівнем стоянки крана, в м ($h_0 = 46,8$ м);

h_3 – запас по висоті, необхідний за умовами монтажу для перенесення її через змонтовані конструкції, в м (не менш 1,0 м);

$h_{ел}$ - висота елемента в монтажному положенні, в м (для неповоротного бункера прийнято $h_{ел} = 5,5$ м);

$h_{вз}$ - висота вантажозахватного пристрою, відстань від верха елемента, який монтується до низу гака в робочому положенні в м (для бункера прийнято $h_{вз} = 3,7$ м).

Виліт стріли:

При використанні баштового крана обрахунок аналогічний до елементного монтажу.

Для мобільних (самохідних) кранів необхідний виліт стріли становить:

$$L_c = l_1 + l_2 + l_3 = 6,0 + 10,0 + 10,15 = 31,0 \text{ м}$$

де l_1 – розрахункова ширина колії стрілового крана; $l_1 = 6,0$ м;

l_2 – відстань від стіни будинку до найближчої опори крана; $l_2 = 10,0$ м;

l_3 – відстань від краю стіни до місця розвантаження елемента; $l_3 = 10,15$ м.

Таким чином необхідні параметри крана зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2.

Необхідні параметри вантажопідіймального крана для ведення будівельних та монтажних робіт при модульному монтажі

Тип крана	Вантажопідйомність, $Q_{кр}$, Т	Висота підйому гака, $H_{кр}$, м	Виліт стріли, L_c , м
Баштовий	1,05	56,9	28,0
Самохідний	1,05	56,9	31,0

2.2. Визначення та обґрунтування вантажопідйомності крану для виконання будівельних та монтажних робіт.

Виконаємо підбір декількох типів вантажопідіймальних кранів доступних на території України та проведемо їх порівняльний аналіз.

Для порівняння виберемо декілька баштових та самохідних кранів різної конструктивної схеми, а саме Liebherr 150 EC; КБ-408.21; КС-8165 (у баштово-стріловому виконанні).

2.2.1. Конструктивні особливості та технічні характеристики кранів

Баштові крани є базовими монтажними механізмами при зведенні багатоповерхових будівель і споруд. Вони забезпечують стабільний робочий радіус, високу точність позиціонування вантажу та можливість організації безперервного монтажного потоку. Основні технічні характеристики баштових кранів Liebherr 150 EC та КБ-408.21 наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики баштових кранів

Показник	Liebherr 150 EC	КБ-408.21
Тип крана	Баштовий, Flat-Top, горизонтальна стріла	Баштовий, класичної компоновки
Максимальна вантажопідіймальність, т	8,0	10,0
Вантажопідіймальність на вильоті 32 м, т	3,0–4,2 (залежно від конфігурації)	5,0
Максимальний виліт стріли, м	62	35
Максимальна висота під гаком, м	67	73
Тип приводу	Електричний, частотне регулювання	Електричний
Особливості конструкції	Відсутність оголовка, модульна башта, системи Load-Plus	Масивна башта, підвищена жорсткість
Тип встановлення на майданчику	Точковий	На рейковий шлях

Liebherr 150 EC належить до кранів типу Flat-Top, що характеризуються відсутністю верхнього оголовка та розтяжок. Така конструктивна схема

спрощує взаємодію кількох кранів на одному майданчику, зменшує ризик перехрещення стріл та підвищує безпеку робіт, проте потребує додаткового залучення висотної техніки для монтажу контвантажу на стрілу крана.

Liebherr 150 EC забезпечує найменшу тривалість монтажного циклу завдяки високим швидкостям підйому, повороту та переміщення вантажного візка. Електроприводи з частотним регулюванням забезпечують плавність рухів і високу точність позиціонування вантажу, що особливо важливо при монтажі металевих конструкцій.

КБ-408.21 є представником класичних баштових кранів, що широко застосовувалися і продовжують застосовуватися на будівельних майданчиках. Його конструкція відзначається значною жорсткістю башти та високою номінальною вантажопідймальністю, що дозволяє виконувати монтаж важких укрупнених блоків. Разом з тим, менші робочі швидкості обмежують продуктивність при інтенсивному серійному монтажі. Характеризується підвищеними вимогами до рівності основи та її щільності.

КБ-408.21 в порівнянні з Liebherr 150 EC має більшу тривалість циклу монтажу, однак забезпечує стабільну роботу при підйомі важких конструкцій.

Самохідні гусеничні крани відрізняються високою мобільністю та універсальністю, що дозволяє ефективно застосовувати їх у різних технологічних схемах монтажу.

Кран КС-8165 характеризується можливістю роботи в декількох конструктивно-технологічних конфігураціях, зокрема у класичному стріловому виконанні, у виконанні зі стрілою та жорстким ґратчастим гусеком, а також у баштово-стріловій схемі, яка застосовується для забезпечення підйому вантажів на значні висоти. Наявність широкого діапазону змінного стрілового обладнання та можливість його комбінування дозволяють адаптувати геометричні та вантажні параметри крана до конкретних умов будівельного майданчика і прийнятої технології монтажу, а значний запас вантажопідймальності забезпечує виконання монтажу укрупнених блоків із підвищеним коефіцієнтом надійності та безпеки.

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кран КС-8165 вирізняється підвищеною конструктивною жорсткістю металоконструкцій і потужною гусеничною ходовою частиною, що забезпечує необхідну стійкість при роботі на великих вильотах і висотах підйому. Використання автономного дизельного приводу розширює можливості застосування крана в умовах обмеженого або відсутнього електропостачання.

Таблиця 2.4 – Можливі виконання та характеристики крана КС-8165

Показник	Стрілове виконання	Стріла + жорсткий гусек	Баштово-стрілове виконання
Довжина основної стріли, м	20...50	20...50	25...50
Довжина гусака/вставки, м	–	20	15, 30
Максимальна вантажо-підймальність, т	100,0	16,3	16,0...55,0
Максимальний горизонтальний виліт, м	18,0...34,0	31...39,3	14,0...32,2
Максимальна висота підйому, м	18,2...46,2	39,8...61,6	38...76,1
Швидкість обертання, об/хв	0,2...0,44		
Кут повороту	360°		
Швидкість підйому, головний, м/хв	3,1...12,4		
Швидкість підйому, допоміжний, м/хв	8...16		
Швидкість опускання, головний, м/хв	3,1...12,4		
Швидкість опускання, допоміжний, м/хв	8...16		
Опорний контур, м	6,1 × 6,2		
Радіус повороту, м	5,3		
Тип приводу	Дизельний (100кВт)/ електричний (380 В)		
Маса крана з основною стрілою, т	130,4		

КС-8165 має порівняно нижчу циклічну продуктивність в порівнянні з баштовими кранами, але завдяки універсальності може виконувати широкий

спектр допоміжних і основних монтажних операцій без залучення додаткової техніки.

2.2.2 Вартість придбання та оренди вантажопідіймальної техніки

Таблиця 2.5 – Орієнтовні економічні показники

Кран	Вартість придбання (б/в), млн грн	Вартість оренди, грн/місяць
Liebherr 150 EC	6,3 – 10,5	630 000 – 1 260 000
КБ-408.21	3,4 – 5,0	142 000 – 194 000
КС-8165	4,0 – 5,0 (максимальна комплектація)	126 000 – 252 000*

* для самохідних гусеничних кранів на практиці часто застосовуються договірні добові/тижневі терміни оренди

Для оцінки економічної ефективності застосування різних типів вантажопідіймальних кранів у монтажі металевого каркаса доцільно використовувати показник вартості підйому 1 т вантажу, який враховує орендні витрати та фактичну продуктивність крана.

Таблиця 2.6 – Орієнтовні економічні показники

Кран	Вартість оренди, грн/місяць	Усереднений місячний обсяг підйому, т	Вартість 1 т підйому, грн/т
Liebherr 150 EC	630 000 – 1 260 000	4 500 – 5 000	125 – 280
КБ-408.21	142 000 – 194 000	3 200 – 3 600	40 – 86
КС-8165	126 000 – 252 000*	2 200 – 2 600	48 – 115

Аналіз показує, що найменшу вартість підйому 1 т вантажу забезпечує баштовий кран КБ-408.21, що пояснюється його більш низькою орендною вартістю при достатній вантажопідіймальності для монтажних робіт.

Кран Liebherr 150 EC характеризується найвищою вартістю підйому 1 т, що зумовлено значними орендними витратами.

Самохідний гусеничний кран КС-8165 займає проміжне положення за показником вартості 1 т підйому. При вищих витратах порівняно з КБ-408.21 він забезпечує суттєві організаційні переваги: швидке розгортання, відсутність

необхідності у спеціальному фундаменті, універсальність конфігурацій та значний запас вантажопідймальності. У комплексній оцінці «вартість – доступність – технологічна гнучкість» це робить його економічно доцільним для даного проекту.

2.2.3. Технологічний процес монтажу та демонтажу кранів

Баштові крани

Монтаж баштового крана здійснюється у такій послідовності:

1. улаштування монолітного фундаменту/ущільненої ґрунтової основи та рейкових шляхів;
2. доставку крана на майданчик в розібраному вигляді
3. монтаж платформи
4. встановлення нижніх секцій башти та їх вивіряння;
5. нарощування башти з використанням допоміжного крана або самопідймального механізму;
6. проведення пусконаладжувальних робіт і випробувань.

Демонтаж виконується у зворотній послідовності. Тривалість монтажу становить 2–4 доби для Liebherr 150 EC та 5–7 діб для КБ-408.21. Вартість монтажного/демонтажного процесу становить 150...200 тис. грн.

Самохідні гусеничні крани

Монтаж крану марки КС-8165 включає:

1. доставку крана на майданчик у транспортному положенні;
2. монтаж стрілового обладнання та противаг;
3. за необхідності – формування баштово-стрілової конфігурації, а саме переведення встановлення поверх основної стріли додаткового управляючого обладнання, підчеплення маневрового гуська та переведення основної стріли в вертикальне положення. Всі процеси виконуються без додаткового залучення вантажопідймального обладнання.

Завдяки самохідності та відсутності потреби у стаціонарному фундаменті монтаж і демонтаж зазвичай тривають 1–2 доби.

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведений порівняльний аналіз показує, що хоча баштові крани Liebherr 150 EC та КБ-408.21 забезпечують високу продуктивність і зручність при серійному монтажі, у розрізі ціна – доступність – універсальність найбільш раціональним для умов даного проєкту є застосування крана КС-8165 як основного монтуючого крану. Його використання дозволяє зменшити капітальні та організаційні витрати, забезпечити гнучкість технологічної схеми монтажу та скоротити строки розгортання вантажопідіймальних робіт.

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

РОЗДІЛ 3 Технологія будівельного виробництва

3.1. Вказівки щодо організації виконання робіт на будівельному майданчику

1. Магістерська робота виконана на прикладі монтажу каркасної багатоярусної споруди виробничої вежі та відділень очистки зерна та зберігання відходів, яка зводиться на майданчику зведення комплексу зерносховища.

Одинадцятиповерхова, п'ятиярусна каркасна промислова споруда робочої зерноочисної вежі, що монтується, складається із: норійної вежі (Аркуш 1 Додаток А), яка має розміри в осях 2-5 – 11,6 м, в осях А-В – 10 м; відділення очистки зерна (Аркуш 1 Додаток А) з розмірами в осях 2-5 – 11,6 м, в осях В-Г – 4,7 м; відділення тимчасового зберігання відходів (Аркуш 1 Додаток А) з розмірами в осях 1-6 – 18,4 м, в осях Г-Д – 4,4 м. Споруда норійної вежі разом з відділенням очистки зерна представляє собою прямокутну у плані багатоповерхову каркасну виробничу споруду, яка має загальні розміри в осях 2-5, А-Г відповідно $L \times V = 11,6 \times 14,7$ м, до якої з боку осі Г улаштована одноповерхова каркасна прибудова розмірами в осях 1-6, Г-Д відповідно $L \times V = 18,4 \times 4,4$ м. По висоті вежі запроектовані площадки для обслуговування технологічного обладнання. Висота між площадками (поверхами) змінна і становить $H = 1,4; 2,3; 2,8; 4,2; 4,4; 4,5; 4,7; 4,8; 5,4; 6,2; 6,4$ м. Висота ярусів становить: I ярус і II ярус висотою – $H = 12$ м; III ярус висотою – $H = 11$ м; IV ярус висотою – $H = 12,5$ м; V ярус висотою – $H = 5,5$ м. Загальна висота споруди становить від верха фундаменту виїмки (відм. 0,200 м) до верха площадки покриття на відмітці +52,300 м – $H = 52,5$ м. Кожний із ярусів був поділений через різні висоти на 2...3 поверхи різної висоти. На ділянці між осями 2-5, А-В улаштований залізобетонний прямокутник загальною глибиною $H = 6$ м.

Конструктивна система робочої зерноочисної вежі – просторова, гратчаста, каркасна, рамно-в'язева. Просторова жорсткість та геометрична незмінність вежі забезпечена жорстким з'єднанням міжколонних ригелів (металевих балок міжповерхових площадок) з колонами, які запроектовані у

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двох перпендикулярних напрямках вздовж цифрових і буквених осей, а також системою горизонтальних і вертикальних в'язей та розпірок, та жорстким сполученням колон із фундаментами.

Несучими конструктивними (елементами) каркасу споруди норійної вежі є поперечні і повздовжні рами, які складаються із трьох прогонів різної довжини кожний: вздовж цифрових осей величина прогонів становить $LП=5,85 \times 4,15 \times 4,7$ м, а вздовж буквених осей $LП=2,9 \times 5,8 \times 2,9$ м, конструкція рам одноповерхової прибудови однопрогонна, величина прогону вздовж цифрових осей $LП=4,4$ м.

Конструктивними елементами несучого каркасу є квадратні труби та прокатні профілі із двотавра, швелера, кутика. Горизонтальні та вертикальні в'язі також виготовлені із прокатних профілів. Колони несучого каркасу I-го...III-го ярусів виготовлені із металевої труби квадратного перерізу $200 \times 200 \times 8$ мм, висотою (довжиною) $H=12$ м (11 м), а IV і V ярусів із труби перерізом $200 \times 200 \times 8$ мм, висотою (довжиною) $H=12$ м (11 м), головні балки у поперечному і повздовжньому напрямках – із прокатного двотавра I№16, I№18, I№20, I№24, I№30 другорядні балки міжповерхових площадок – із прокатного швелера [№10, [№14, [№16, [№18, прогони настилу – із кутика $\perp 63 \times 5$ мм, вертикальні і горизонтальні в'язі – із кутиків $\perp 63 \times 5$ мм і $\perp 90 \times 6$ мм, металевий настил – із профільованого листа товщиною $t=5$ мм.

2. До початку виконання монтажних робіт необхідно:

- виконати згідно Аркуша 1 Додатку А улаштування та зміни в огороженні будівельного майданчика з метою недопущення сторонніх осіб в зону монтажних робіт;
- упорядкувати майданчики для складування матеріалів та конструкцій;
- виконати планування та влаштування тимчасових доріг та проходів з покриттям їх дорожніми плитами, щебенем та гравієм (піском) відповідно до Аркуша 1 Додатку А.

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						33
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- забезпечити бригади будівельників необхідним інструментом, вантажозахоплюючими пристроями, оснащенням та пристосуваннями для виконання будівельних робіт;

- встановити знаки розворотів, проїздів, зон виносу крюка крана, а також небезпечних зон, указники напрямів руху транспорту та руху робітників на робочі місця з позначенням їх на місцевості;

- виконати захисний навіс для входу в частини споруди за межами небезпечної зони падіння вантажів;

- встановити тимчасову електрощитову з вузлом обліку електричної енергії та виконати тимчасове підключення її до трансформаторної підстанції 400кВт;

- забезпечити підключення тимчасового водопостачання та телефону;

- виконати захисне огороження по периметру зовнішніх стін (для запобігання падіння працівників) на кожному поверсі, що зводиться;

- організувати встановлення та комплектацію протипожежного щита з протипожежним інвентарем.

Виконання вантажно-розвантажувальних та монтажних робіт передбачено виконувати за допомогою вантажопідіймальних самохідних кранів КС-8165 та МКГ-25 на гусеничному шасі, попередньо встановивши обмеження повороту стріли згідно вимог вказаних на будгенплані (Аркуш 1 Додаток А.). Кран оснастити радіопереговорними пристроями для зв'язку між собою машиніста крану, монтажників (сигнальників), стропальників і особи, відповідальної за безпечне проведення робіт по переміщенню вантажів краном.

3. При виконанні будівельно-монтажних робіт керуватись технологічними картами, картами трудових процесів, робочими кресленнями, а також ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [40] з додержанням вимог НПАОП 45.2-7.02-12 ССБП. «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» ДБН А.3.2-2-2009 [41], а також ДНАОП 6.1.00-1.12-01 (НПАОП 45.2-1.12-01) «Правила безпеки при реконструкції будівель і споруд промислових підприємств» [42].

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. На будівельному майданчику необхідно мати в наявності:

- загальний журнал робіт;
- журнал зварювальних робіт;
- журнал виконання сумісних будівельно-монтажних робіт ;
- журнал обліку доставлених на об'єкт матеріалів;
- журнал огляду вантажозахоплюючих пристроїв і тари;
- журнал трьохступеневого (оперативного) контролю за станом охорони праці на будівельному майданчику;
- журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці;
- комплект (пакет) інструкцій з охорони праці;
- журнал реєстрації видачі нарядів-допусків на право виконання робіт з підвищеною безпекою;
- бланки нарядів-допусків на виконання робіт підвищеної небезпеки

5. Заходи щодо попередження впливу різних факторів при проведенні робіт з монтажу споруди робочої зерноочисної вежі.

Під час монтажу споруди необхідно передбачати заходи щодо попередження впливу на працівників наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, пов'язаних з характером роботи:

- самовільні обвалення елементів та конструкцій споруди і падіння вищерозміщених незакріплених конструкцій, матеріалів, обладнання;
- робота технологічного обладнання основного виробництва;
- будівельні машини, що рухаються, та предмети, які ними пересуваються;
- гострі крайки, кути, штирі, що стирчить;
- підвищений вміст у повітрі робочої зони пилу і шкідливих речовин;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- розташування робочого місця поблизу перепаду по висоті 1,3 м і більше.

Відповідальність за підготовку та виконання заходів, що забезпечують безпеку праці всіх працюючих на об'єкті, однаково несуть керівники

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	<i>Арк</i>
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

будівельно-монтажних організацій і діючого підприємства. Розроблені заходи узгоджуються з керівниками виробництв, на території яких проводитимуться роботи. Загальне керівництво розробкою заходів і контроль за виконанням будівельно-монтажних робіт здійснює генеральна підрядна будівельна організація, а щодо заходів, які забезпечують безпеку технологічного процесу — дирекція підприємства.

Увесь комплекс заходів затверджують головні інженери генпідрядної будівельно-монтажної організації і підприємства, що зводиться.

6. До початку проведення монтажних робіт з улаштуванню вежі необхідно виконати наступні підготовчі роботи на майданчику забудови споруди:

улаштування основ під кранові шляхи і тимчасових доріг з твердим покриттям на ділянці зведення споруди та поблизу неї;

улаштування стендів для блочної об'ємної зборки окремих частин несучого каркасу вежі;

складування і сортування конструкцій і елементів споруди;

улаштування тимчасового освітлення зварювальних постів майданчика забудови і тимчасових приміщень;

улаштування тимчасової силової мережі з електрощитовою;

улаштування тимчасових приміщень поблизу майданчика забудови споруди;

улаштування тимчасового огороження майданчика забудови згідно рекомендацій, що наведені на Будгенплані (Аркуш 1 Додаток 1)

При монтажі споруди доступ в зону виконання робіт сторонніх осіб, які не беруть участі у виконанні монтажних робіт, заборонений. Ділянки робіт, де виконуються роботи, необхідно огородити згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011 [43].

7. До початку будівельно-монтажних робіт на будмайданчику, а також в місцях, де є виробнича небезпека, не пов'язана з характером виконуваних робіт, робітникам необхідно видати наряд-допуск, який визначає безпечні умови

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи з зазначенням у ньому небезпечних зон і необхідних заходів з безпеки праці.

Наряд-допуск видається на термін, який необхідний для виконання даного обсягу робіт. При зміні умов виробництва робіт наряд-допуск анулюється і перед поновленням робіт видається новий.

Наряд-допуск підписується відповідальною особою будівельно-монтажної організації і відповідальним представником підприємства. Відповідальність за повноту і забезпечення вказаних в наряді-допуску заходів безпеки несуть керівники діючого підприємства і будівельно-монтажної організації.

8. Перед встановлення стрілових самохідних гусеничних кранів КС-8165 в робоче положення необхідно на майданчику забудови підготувати ділянку (площадку, майданчик), на якій буде він рухатися і працювати в робочому положенні, згідно вимог його технічного паспорту.

нахил ділянки не повинен перевищувати $i=1\%$ (0,4...0,5 град.);

шар насипу (грунт), що є основою ділянки, повинен сприймати тиск (питомий) $R=100$ кПа (1 кгс/см²).

Допустимий нахил ділянки (площадки, майданчику), на якій буде встановлений гусеничний стріловий кран КС-8165, не повинен перевищувати значення $i=1\%$ (0,5...0,6 град.), для ділянки під гусеничний кран МКГ-25 – допустимий нахил становить 1% (0,4...0,5 град.).

Перед початком виконання робіт по підйому (монтажу) будівельних конструкцій несучого каркасу споруди, необхідно випробувати вантажопідйомні крани за допомогою контрольного вантажу (маси контрольних вантажів повинні відповідати «Розрахунковій вазі конструкцій (елементів), що монтуються», див. таблицю) на відповідному вильоті (нахилі) стріл вантажопідіймальних кранів КС-8165 та МКГ-25.

Допускається пересування крану КС-8165 з вантажем масою $Q=70$ т на вильоті 6 м на гаку основної стріли в положенні «стріла вперед» по ходу руху крану.

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Технічні характеристики вантажопідіймального гусеничного стрілового крану КС-8165, який обладнаний баштово-стріловим обладнанням із основної стріли (башти) довжиною $L_{стр}=45$ м та маневровим гусаком з довжиною $L_{г}=30$ м приведені нижче на рис. 3.1

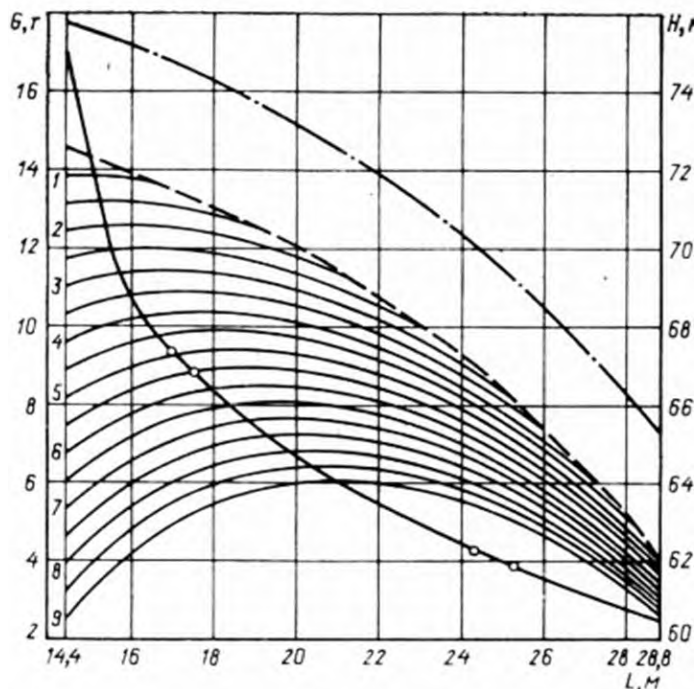


Рис. 3.1. Вантажопідіймність крану КС 8165, який обладнаний баштово-стріловим обладнанням із основної стріли (башти) довжиною $L_{стр}=45$ м та маневрового гусака з довжиною $L_{г}=30$ м: $G, т$ – вантажопідіймність крану; $H, м$ – висота підйому крюка; $L, м$ – значення вильоту крюка крану по горизонталі, тобто проєкція вильоту стріли крану на горизонтальну поверхню; суцільна крива – вантажопідіймність крану; крива пунктир-точка – максимально допустиме значення підйому крюка крану $H, м$ відповідно вильоту $L, м$.

Маса крану КС-8165 з основною стрілою – $Q_{кр}=130,4$ т. Дорожній просвіт - становить 430 мм. Середній тиск на ґрунт - 0,11 МПа (1,1 кг/см²).

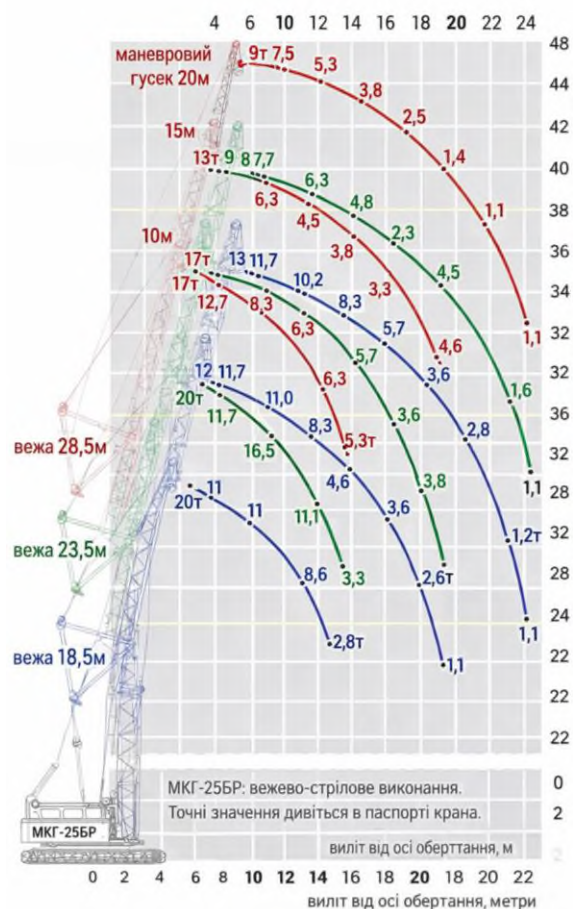
10. Технічні характеристики вантажопідіймального гусеничного стрілового крану МКГ-25, який обладнаний баштово-стріловим обладнанням із основної стріли (башти) довжиною $L_{стр}=28,5$ м та маневровим гусаком з довжиною $L_{г}=15$ м приведені в таблиці 3.2 та рис.3.2.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 3.1 - Технічні параметри вантажопідіймального крана марки МКГ-25 вантажопідйомністю $Q=25$ т на гусеничному шасі з базовою стрілою $L_{стр}=28,5$ м і маневровим гусаком $l_r=15$ м

Технічні параметри	Самохідний гусеничний кран МКГ-25
Вантажопідйомність максимальна, т	25
Виліт крюка при максимальній вантажопідйомності, м	4,75
Максимальний робочий виліт (радіус), м	16
Максимальна вантажопідйомність при максимальному вильоті крюка крана, т	3,0
Висота підйому крюка, максимальна/мінімальна, м	42/32
Довжина стріли, м	28,5
Довжина маневрового гусака, м	15
Кут повороту крану/зона роботи, градусів	360/ 240
Габаритні параметри крану: довжина / ширина / висота, м	6,96/ 3,2 (4,3)/ 3,825
Маса крану, т	38,9

Рис. 3.2
Діаграма вантажопідйомності крана МКГ-25 при різних довжинах стріли і маневрового гусака



11. Для виконання допоміжних розвантажувально-навантажувальних робіт та монтажних робіт на стендових майданчиках збору елементів у блоки на майданчику забудови споруди використовується автомобільний кран марки КТА-32, вантажопідйомністю $Q=0,45...32$ т на базовому шасі КрАЗ-65053 (МАЗ), характеристики якого залежно від вильоту і висоти підйому крюка крану приведено нижче в таблиці 3.2. Гідравлічна кранова установка КТА-32 * обладнана телескопічною, трьохсекційною стрілою з приводом секцій за допомогою гідроциліндра і поліспасти.

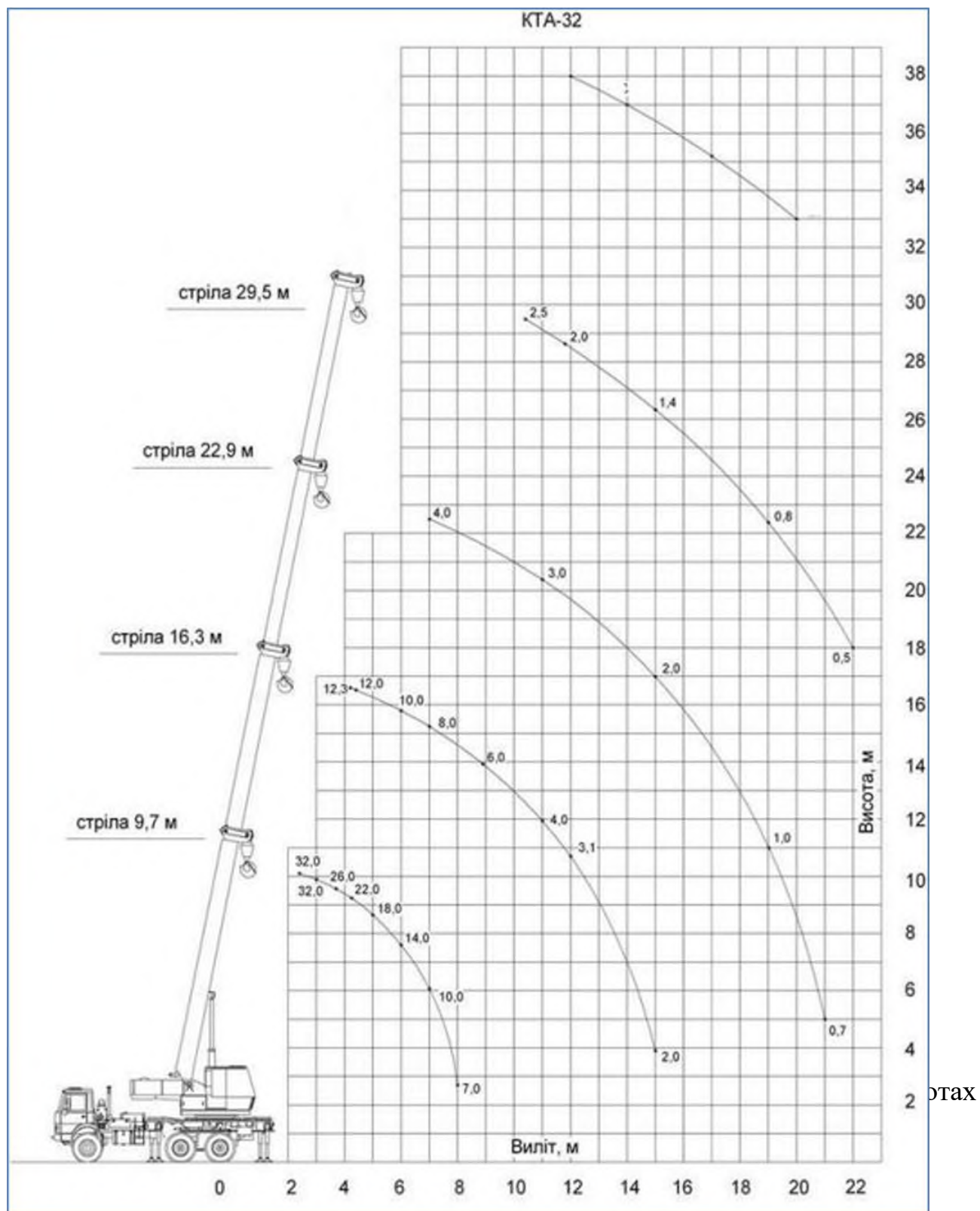
Гідравлічні виносні опори дозволяють працювати крану на нерівних будівельних майданчиках. Компоновка кабіни автомобіля КрАЗ-65053 забезпечує вільний доступ до двигуна автомобіля при транспортному положенні кранової установки. Відмітна особливість автокрана КрАЗ-65053 (КТА-32) - висока вантажопідйомність при легкості і точності управління кранової установкою.

Таблиця 3.2 - Технічні параметри вантажопідіймального крану марки КТА-32 на автомобільному шасі КрАЗ-65053 вантажопідйомністю $Q=32$ т

Технічні параметри	Автокран КТА-32
Вантажопідйомність максимальна, т	32
Виліт крюка при максимальній вантажопідйомності, м	3,0
Робочий виліт (радіус), м	2,5...22
Максимальний вантажний момент, кН×м	960,0
Максимальна вантажопідйомність при максимальному вильоті крюка крана, т	0,5
Висота підйому крюка, максимальна, м	28,7
Кількість секція стріли, шт.	4
Довжина стріли, м	9,7...29,5
Кут повороту крану/зона роботи, градусів	240
База виносних опор: по довжині/ по ширині, м	4,8/ 5,8
Габаритні параметри крану: довжина / ширина / висота, м	12/ 2,5/ 3,7
Маса крану, т	26,7

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика вантажопідйомності автомобільного крану КТА-32 на базовому автомобільному шасі КраЗ-65053 приведена на рис. 3.3.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2мБП. ПЗ 12176612

Арк

41

3.2. Порядок виконання робіт по монтажу конструкцій (елементів) надземної частини багатоярусної промислової споруди робочої вежі з відділеннями очистки зерна і зберігання відходів: монтаж несучого металевго каркасу, балкового перекриття і покриття

Монтаж чотирьохярусної споруди виробничої вежі та відділень очистки зерна і зберігання відходів здійснюється поетапно залежно від методу монтажу та можливостей виконання монтажних робіт і включає в себе проведення наступних етапів, перелік яких приведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Послідовність виконання будівельно-монтажних робіт з монтажу на окремих ділянках зведення споруди робочої вежі з відділеннями очистки і зберігання

№ п.п.	Види робіт і послідовність їх виконання	Розміри робочої ділянки споруди в осях
1.	Виконання підготовчих робіт на майданчику забудови споруди: улаштування основ під кранові шляхи і тимчасових доріг з твердим покриттям на ділянці зведення споруди та поблизу нього, улаштування стендів для блочної об'ємної зборки окремих частин несучого каркасу вежі; складування і сортування конструкцій і елементів; улаштування тимчасового освітлення зварювальних постів, майданчика забудови і тимчасових приміщень; улаштування тимчасової силової мережі з електрощитовою; улаштування тимчасових приміщень поблизу майданчика забудови споруди; улаштування тимчасового огородження майданчика забудови згідно рекомендацій, що наведені на Будгенплані.(Аркуш 1 Додаток 1)	На майданчику забудови споруди та поблизу нього

2.	Монтаж I-го ярусу споруди між відмітками -0,200 м...+11,800 м (Н=12 м) за допомогою гусеничних стрілових кранів марок КС-8165 та МКГ-25 з додатковим використанням крану марки КТА-25 на ділянках збирання в об'ємні блоки і рами (виконується поетапне зведення об'ємних блоків ярусу з наступним поелементним збиранням елементів перекриттів між ними на кожному поверсі).	На ділянці споруди норійної вежі і відділення очистки зерна в осях 2-5, А-Г та на ділянці прибудови до норійної вежі в осях 1-6, Г-Д між відмітками -0,200 м...+11,800 м
3.	Монтаж II-го ярусу споруди між відмітками +11,800...+23,800 м (Н=12 м) за допомогою гусеничних стрілових кранів марок КС-8165 та МКГ-25 з додатковим використанням крану марки КТА-25 на ділянках збирання в об'ємні блоки і рами (виконується поетапне зведення об'ємних блоків ярусу з наступним поелементним збиранням елементів перекриттів між ними на кожному поверсі).	На ділянці споруди норійної вежі і відділення очистки зерна в осях 2-5, А-Г між відмітками +11,800 м...+23,800 м.
4.	Монтаж III-го ярусу споруди між відмітками +23,800...+34,800 м за допомогою гусеничних стрілових кранів марок КС-8165 та МКГ-25 з додатковим використанням крану марки КТА-25 на ділянках збирання металевих елементів та конструкцій в об'ємні блоки (виконується поетапне зведення об'ємних блоків ярусу з наступним поелементним збиранням елементів перекриттів між ними на кожному поверсі).	На ділянці споруди норійної вежі і відділення очистки зерна в осях 2-5, А-Г між відмітками +23,800 м...+34,800 м.

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.	Монтаж IV-го ярусу споруди між відмітками +34,800...+46,800 м за допомогою гусеничного стрілового крану марки КС-8165 з додатковим використанням крану марки КТА-25 на ділянці збирання елементів та конструкцій в об'ємні блоки (виконується поетапне зведення об'ємних блоків ярусу з наступним поелементним збиранням елементів перекриттів між ними на кожному поверсі).	На ділянці споруди норійної вежі і відділення очистки зерна в осях 2-5, А-Г між відмітками +34,800 м...+46,800 м.
6.	Монтаж V-го ярусу споруди між відмітками +46,800...+52,300 м за допомогою гусеничного стрілового крану марки КС-8165 з додатковим використанням крану марки КТА-25 на ділянці збирання елементів та конструкцій в об'ємні блоки (виконується поетапне зведення об'ємних блоків ярусу з наступним поелементним збиранням елементів перекриттів між ними на кожному поверсі).	На ділянці споруди норійної вежі і відділення очистки зерна в осях 2-5, А-Г між відмітками +46,800 м...+52,300 м.

Таблиця 3.4.

Перелік основних машин і обладнання

№ п/п	Найменування	Од. виміру	Кількість
1.	Кран самохідний стріловий, гусеничний, марки КС-8165, який має стрілу довжиною L=45 м, довжину маневрового гузка l=30 м	шт.	1
2.	Кран самохідний стріловий, гусеничний, марки МКГ-25, який має стрілу довжиною L=28,5 м, довжину маневрового гузка l=15 м	-"	1
3.	Кран автомобільний марки КТА-32 на базовому шасі КрАЗ, який має телескопічну стрілу довжиною L=45 м	-"	1
4.	Комплект електрозварювального апарату	-"	4

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 3.6.

Вантажозахоплюючі пристрої, оснащення та інструменти для проведення
монтажу

№ п/п	Найменування	Од. виміру	Кількість
1	Строп канатний 4-х гілковий, L=5,0 м: 4СК1-10-5000 ДСТУ Б В.2.8-10-98,	шт.	1
2	Строп канатний 4-х гілковий, L=5,0 м: 4СК1-5-5000 ДСТУ Б В.2.8-10-98,	шт.	1
3	Строп канатний 2-х гілковий, L=4,0 м: 2СК1-10-4000 ДСТУ Б В.2.8-10-98	-"	1
4	Строп канатний кільцевий, L=4 м:СКК-8,0-4000 ДСТУ Б В.2.8-10-98	-"	2
5	Строп канатний кільцевий, L=3 м:СКК-2,0-3000 ДСТУ Б В.2.8-10-98	-"	2
6	Строп канатний кільцевий, L=1,5 м:СКК-2,0-1500 ДСТУ Б В.2.8-10-98	-"	4
7	Строп універсальний, L=2 м:УСК1-1,6-2000 ДСТУ Б В.2.8-10-98	-"	4
8	Пружинний замок	-"	4
9	Кувалда (легка)	шт.	1
10	Молоток	шт.	2
11	Монтажний лом	-"	2
12	Щітка с ручкою	-"	2
13	Зубило (подовжене)	-"	2
14	Газовий пост (для зрізування елементів кріплення)	комплект	1
15	Пеньковий канат Ø 20,7 мм (для відтягування)	м.п.	50
16.	Площадка, що переміщується	шт.	2
17.	Вежа «Тур», що рухається, збірно-розбірна для переміщення по висоті	шт.	2
18.	Підмостки інвентарні	шт.	2
19.	Сходи приставні	шт.	4
20.	Набір інструментів для монтажних робіт: монтажні лопи, молотки, кувалди, зубило, ратфіль, лінійка, рулетка, рівень, кути, набір гайкових ключів,	шт.	4
21.	Висок будівельний	шт.	4
22.	Молоток пневматичний	шт.	2
23.	Машина ручна шліфувальна	шт.	2

Магістерською роботою передбачено поетапний монтаж споруди робочої зерноочисної вежі знизу вверх за допомогою самохідних стрілових гусеничних

					2мБП. ПЗ 12176612			Арк
							46	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

кранів марок КС-8165 та МКГ-25 на ділянках споруди між осями 1-6, Г-Д та між осями 2-5, А-Г, які межують і зблоковані по осі Г між собою, в наступній послідовності, яка приведена в таблиці 3.7. Послідовність проведення будівельно-монтажних робіт з монтажу окремих конструкцій (елементів) споруди робочої зерноочисної вежі на ділянках I-го (першого) і V-го (п'ятого) ярусів в осях 1-6, Г-Д та в осях 2-5, А-Г приведена на аркушах додатку А.

Монтаж конструкцій і елементів несучого каркасу та перекриттів проводиться під безпосереднім керівництвом виконавця робіт або майстра і, як правило, в денний час доби.

До початку робіт по монтажу конструкцій і елементів споруди відповідальний виконавець робіт повинен: ознайомити робітників з технологічними картами і рекомендаціями, місцем роботи, провести інструктаж з оформленням запису в журналі інструктажу; перевірити наявність у працюючих перевіреного і справного інструменту, спецодягу, спецвзуття, засобів індивідуального захисту (запобіжних поясів, окулярів, респіраторів, касок), а також наявність і стан огорожень небезпечних зон, робочих проходів та проїздів, попереджувальних знаків і написів. Члени бригади повинні пройти інструктаж щодо безпечних методів виконання робіт, маршруту руху на робоче місце від санітарно-побутових приміщень, ознайомитися з технологічними рішеннями, про що вони також розписуються в журналі з безпеки праці. Перед початком монтажних робіт оформляють наряд-допуск на їх виконання із наведенням заходів, які забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці монтажників.

З машиністами вантажопідіймальних кранів проводиться інструктаж щодо режиму роботи кранів стосовно послідовності монтажу конструкцій і елементів, які монтуються.

При роботі на висоті під час монтажу конструкцій (елементів) споруди робітники повинні застосовувати запобіжний пояс.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.7

Послідовність проведення робіт з монтажу конструкцій (елементів) несучого каркасу, перекриттів споруди робочої зерноочисної вежі на рівні кожного ярусу

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етапи проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4	5
Монтаж конструкцій і елементів I-го ярусу споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165 та Ст.2.1 для крана МКГ-25	I ярус (1-2 поверхи) між відм. -0,200... +11,800 м (Н=12 м)	Монтаж конструкцій (елементів) несучого каркасу вежі на рівні I-го ярусу в осях 2-5, А-Г. висотою Н=12 м.		
		Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоку БО-1 в осях 2-3, А-Б та потім блоку БО-2 в осях 2-3, В-Г на стенді зварювального поста №1 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.	1
		Монтаж краном марки МКГ-25 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-1 в проектне положення на ділянці споруди в осях 2-3, А-Б (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 5850 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоку БО-3 в осях 4-5, А-Б та блоку БО-4 в осях 4-5, В-Г на стенді зварювального поста №2 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.	1
		Монтаж краном марки КС-8165 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-3 в проектне положення на ділянці споруди в осях 4-5, А-Б (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 5850 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж краном марки МКГ-25 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-2 в проектне положення на ділянці споруди в осях 2-3, В-Г (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 4700 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж краном марки КС-8165 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-4 в проектне положення на ділянці споруди в осях 4-5, В-Г (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 4700 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж сталених міжколонних балок перекриття марок Б1, Б2, Б4 на рівні міжповерхових перекриттів на відмітках +4,200 м та +10,400 м.	шт.	16

									Арк
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2МБП. ПЗ 12176612				

Продовження таблиці 3.7.

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етап и проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4	5
Монтаж конструкцій і елементів I-го ярусу споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165 та Ст.2.1 для крана МКГ-25	I ярус (1-2 поверхи) між відм. -0,200... +11,800 м (Н=12 м)	Поелементний монтаж другорядних балок марок в і г перекриттів на відмітках +4.200 м і +10,400 м на окремих ділянках: <ul style="list-style-type: none"> в осях 4-5, Б-В за допомогою крану КС-8165; в осях 3-4, А-Г за допомогою крану МКГ-25; в осях 2-3, Б-В за допомогою крану МКГ-25. 	шт.	4
		Улаштування профільованого настилу перекриттів на відмітках +4.200 м і +10,400 м із листа t=5 мм на ділянках: <ul style="list-style-type: none"> в осях 4-5, Б-В за допомогою крану КС-8165; в осях 3-4, А-Г за допомогою крану МКГ-25; в осях 2-3, Б-В за допомогою крану МКГ-25. 	м ²	12,05
			м ²	85,4
			м ²	12,05
		Улаштування елементів вертикальних і горизонтальних в'язів і розпірок зв'язку на рівні 1 і 2 поверхів та на ділянках перекриття на відмітках +4.200 м і +10,400 м	м.п..	154
		Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоку БО-5 в осях 3.1-3.2, Г-Д і плоских рам по осі Д між осями 1-2.1, 2.1-3.1, 3.2-4.1, 4.1-6 на стенді зварювального поста №2 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.	5
		Монтаж краном марки КС-8165 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-5 в осях 3.1-3.2, Г-Д в проектне положення на ділянці споруди в осях 1-6, Г-Д (розміри блоку b×h×l=3675×4400×10,400 мм).	шт.	1
Монтаж краном марки МКГ-25 плоских гратчатих укрупнених рам в проектне положення на ділянці споруди по осі Д між осями 1-2.1, 2.1-3.1.	шт.	2		

Продовження таблиці 3.7.

									Арк
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП. ПЗ 12176612				

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етапи проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
Монтаж I-го ярусу конструкцій і елементів споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165 та Ст.2.1 для крана МКГ-25	I ярус (1-2 поверхи) між відм. -0,200... +11,800 м (Н=12 м)	Монтаж за допомогою кранів КС-8165 та МКГ-25 сталевих міжколонних балок перекриття марок Б1, Б2 на рівні міжповерхових перекриттів на відмітках +4,200 м та +10,400 м на ділянці споруди між осями 1-6, Г-Д.	шт.	12
		Поелементний монтаж другорядних балок марок в і г перекриттів на відмітках +4.200 м і +10,400 м на окремих ділянках: <ul style="list-style-type: none"> • в осях 3.2-6, Г-Д за допомогою крану КС-8165; • в осях 1-3.1, Г-Д за допомогою крану МКГ-25. 	шт.	16
			шт.	24
		Монтаж (зборка) об'ємних бункерів, які будуть улаштовуватися на ділянці в осях 3.1-6, Г-Д, на стенді зварювального поста №2 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.	3
		Монтаж (зборка) об'ємних бункерів, які будуть улаштовуватися на ділянці в осях 1-3.1, Г-Д, на стенді зварювального поста №1 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.	2
		Монтаж за допомогою кранів КС-8165 та МКГ-25 сталевих бункерів на рівні 2-го поверху на відмітках +4,200 м та +10,400 м на ділянці споруди між осями 1-6, Г-Д.	шт.	5
		Улаштування профільованого настилу перекриттів на відмітках +4.200 м і +10,400 м із листа t=5 мм на ділянках: <ul style="list-style-type: none"> • в осях 1-3.1, Г-Д за допомогою крану МКГ-25; • в осях 3.1-6, Г-Д за допомогою крану КС-8165. 	м ²	33,0
			м ²	48,6
Улаштування елементів вертикальних і горизонтальних в'язів і розпірок зв'язку на рівні 1 і 2 поверхів та на ділянках перекриття на відмітках +4.200 м і +10,400 м в осях 1-6, Г-Д.	м.п..	254		

Продовження таблиці 3.7.

					<i>2МБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етап и проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4	5
Монтаж II-го ярусу конструкцій і елементів споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165 та Ст.2.1 для крана МКГ-25	II ярус (3-4 поверхи) між відм. +11,800... +23,800 м (Н=12 м)	Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоку БО-6 в осях 2-3, А-Б та потім блоку БО-7 в осях 2-3, В-Г на стенді зварювального поста №1 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.	2
		Монтаж краном марки МКГ-25 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-6 в проектне положення на ділянці споруди в осях 2-3, А-Б (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 5850 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоку БО-8 в осях 4-5, А-Б та блоку БО-9 в осях 4-5, В-Г на стенді зварювального поста №2 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.	2
		Монтаж краном марки КС-8165 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-8 в проектне положення на ділянці споруди в осях 4-5, А-Б (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 5850 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж краном марки МКГ-25 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-7 в проектне положення на ділянці споруди в осях 2-3, В-Г (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 4700 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж краном марки КС-8165 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-9 в проектне положення на ділянці споруди в осях 4-5, В-Г (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 4700 \times 12000$ мм).	шт.	1
		Монтаж сталених міжколонних балок перекриття марок Б1, Б2, Б4, Б5, Б6, Б7 на рівні міжповерхових перекриттів на відмітках +16,800 м та +21,500 м за допомогою кранів марок МКГ-25 (на ділянці в осях 2-4, А-Г) та КС-8165 (на ділянці в осях 5-6, Б-В).	шт.	20

Продовження таблиці 3.7.

						Арк
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2МБП. ПЗ 12176612	

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етап и проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4	5
Монтаж конструкцій і елементів II-го та III-го ярусів споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165 та Ст.2.1 для крана МКГ-25	II ярус (3-4 поверхи) між відм. +11,800... +23,800 м (H=12 м)	Поелементний монтаж другорядних балок марок а, в, г, д, е перекриттів на відмітках +16,800 м і +21,500 м на окремих ділянках: <ul style="list-style-type: none"> • в осях 4-5, Б-В за допомогою крану КС-8165; • в осях 3-4, А-Г за допомогою крану МКГ-25; • в осях 2-3, Б-В за допомогою крану МКГ-25. 	шт.	4
		Улаштування профільованого настилу перекриттів на відмітках +16,800 м і +21,500 м із листа t=5 мм на ділянках: <ul style="list-style-type: none"> • в осях 4-5, Б-В за допомогою крану КС-8165; • в осях 3-4, А-Г за допомогою крану МКГ-25; • в осях 2-3, Б-В за допомогою крану МКГ-25. 	м ²	12,05
			м ²	85,4
			м ²	12,05
		Улаштування елементів вертикальних і горизонтальних в'язів і розпірок зв'язку на рівні 3 і 4 поверхів та на ділянках перекриття на відмітках +16.800 м і +21,500 м	м.п..	154
		III ярус (5-6 поверхи) між відм. +23,800... +34,800 м (H=11 м)	Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоку БО-10 в осях 2-3, А-Б та потім блоку БО-11 в осях 2-3, В-Г на стенді зварювального поста №1 за допомогою автокрана марки КТА-32	шт.
	Монтаж краном марки МКГ-25 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-10 в проектне положення на ділянці споруди в осях 2-3, А-Б (розміри блоку b×h×l=2900×5850××11000 мм).		шт.	1
	Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоку БО-12 в осях 4-5, А-Б та блоку БО-13 в осях 4-5, В-Г на стенді зварювального поста №2 за допомогою автокрана марки КТА-32		шт.	2

					<i>2мБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Продовження таблиці 3.7.

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етапи проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4	5
Монтаж конструкцій і елементів IV-го і V-го ярусів споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165	IV ярус (7-8-9 поверхи) між відм. +34,800... +46,800 м (Н=12 м)	Монтаж сталевих міжколонних балок перекриття марок Б1, Б2, Б3, Б4, Р1 на рівні міжповерхових перекриттів на відмітках +36,000 м, +40,800 м та +45,000 м за допомогою крана марки КС-8165 (на всіх ділянках перекриттів).	шт.	27
		Поелементний монтаж другорядних балок марок а, б, в, г перекриттів на відмітках +36,000 м, +40,800 м і +45,000 м на окремих ділянках:	шт.	6
			шт.	108
			шт.	6
	Улаштування профільованого настилу перекриттів на відмітках +36,000 м, +40,800 м і +45,000 м із листа t=5 мм на ділянках:	м ²	12,05	
м ²		85,4		
м ²		12,05		
		Улаштування елементів вертикальних і горизонтальних в'язів і розпірок зв'язку між елементами несучого каркасу на рівні 7, 8 і 9 поверхів та на ділянках перекриття на відмітках +36,000 м, +40,800 м і +45,000 м	м.п..	346
	V ярус (10-11 поверхи) між відм. +46,800... +52,400 м Н=5,6 м)	Монтаж (зборка) об'ємних гратчатих укрупнених блоків на стенді зварювального поста №2 за допомогою автокрана марки КТА-32: - блоку БО-18 в осях 2-3, А-Б; - блоку БО-19 в осях 4-5, А-Б. У блоках БО-18, БО-19 висота усіх стійок по осях А і Б на перетині осей 2-5 - Н=5,6 м.	шт.	2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

2МБП. ПЗ 12176612

Арк

55

Продовження таблиці 3.7.

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етапи проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
Монтаж конструкцій і елементів V-го ярусу споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165	V ярус (10-11 поверхи) між відм. +46,800... +52,400 м (Н=5,6 м)	Монтаж краном марки КС-8165 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-18 в проектне положення на ділянці споруди в осях 2-3, А-Б (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 5850 \times 5600$ мм).	шт.	1
		Монтаж краном марки КС-8165 об'ємного гратчатого укрупненого блоку БО-19 в проектне положення на ділянці споруди в осях 4-5, А-Б (розміри блоку $b \times h \times l = 2900 \times 5850 \times 5600$ мм).	шт.	1
		Монтаж сталевих колон по осі В між осями 2-5 між відмітками +46,800 м і +53,400 м (висотою Н=5,6 м) за допомогою крану марки КС-8165	шт.	4
		Монтаж сталевих балок і прогонів покриття марок БП1 (4 шт.), ПР1 (12 шт.) між відмітками +49,000 м... +49,640 м на ділянці в осях В-Г, 2-5 за допомогою крану марки КС-8165	шт.	16
		Монтаж сталевих міжколонних балок перекриття марок Б1, Б2, Б3, Б4, Р1 на рівні міжповерхових перекриттів на відмітках +49,500 м та +52,300 м за допомогою крану марки КС-8165 (на всіх ділянках перекриттів).	шт.	18
		Поелементний монтаж другорядних балок марки г перекриттів (покриття) на відмітках +49,500 м і +52,300 м на окремих ділянках:		
		<ul style="list-style-type: none"> • в осях 4-5, Б-В за допомогою крану КС-8165; • в осях 3-4, А-В за допомогою крану КС-8165; • в осях 2-3, Б-В за допомогою крану КС-8165. 	шт.	4
		Монтаж сталевих листів профнастилу покрівлі між відмітками +49,025 м... +49,665 м та огорожі по її периметру марки ДО-30.6 Г за ДСТУ Б.В.2.6-49:2008 на ділянці в осях В-Г, 2-5 за допомогою крану марки КС-8165	м ² (для огорожі м.п)	64 (21)

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.7.

№ стоянки крана, з якої відбувається проведення робіт	Етапи проведення робіт	Найменування робіт	Об'єм робіт	
			Одиниця виміру	Кількість
Монтаж конструкцій і елементів V-го ярусу споруди робочої зерноочисної вежі				
Ст.1.1 для крана КС-8165	V ярус (10-11 поверхи) між відм. +46,800... +52,400 м (H=5,6 м)	Улаштування профільованого настилу перекриття на відмітці +49,500 м із листа t=5 мм на ділянках: <ul style="list-style-type: none"> • в осях 4-5, Б-В за допомогою крану КС-8165; • в осях 3-4, А-В за допомогою крану КС-8165; • в осях 2-3, Б-В за допомогою крану КС-8165. 	м ²	12,05
		Улаштування профільованого настилу покриття на відмітці +52,300 м із листа t=5 мм на ділянці в осях 2-5, Б-В за допомогою крану КС-8165.	м ²	58,8
		Улаштування міжповерхових сходів СМ21, СМ22, СМ23 між відмітками +45,000 м...+52,300 м вздовж осі 5 між осями Б-В за допомогою крану КС-8165.	шт.	3
		Улаштування елементів вертикальних і горизонтальних в'язів і розпірок зв'язку між елементами несучого каркасу на рівні 10 і 11 поверхів та на ділянках перекриття на відмітках +46,800 м і +52,300 м за допомогою крану КС-8165.	м.п..	78
		Улаштування стінових прогонів на рівні V-ого ярусу між відмітками +45,000 м...+49,500 м по осях В і Г в осях 2-5, по осях 2 і 5 між осями В-Г.	м.п	78
		Улаштування стінових прогонів на рівні II-ого і III-го ярусів на ділянці між відмітками +21,500 м...+28,000 м по осях В і Г між осями 2-5, по осях 2 і 5 між осями В-Г.	м.п.	134
		Монтаж сталених балок і прогонів покриття марок БП2 (4 шт.), ПР2 (12 шт.) між відмітками +26,670 м...+28,000 м на ділянці в осях В-Г, 2-5 за допомогою крану марки КС-8165	шт.	16
		Улаштування бокового огороження із профільованого настилу між відмітками +21,500...+28,000 м та між відмітками +45,000...49,500 м.	м ²	220

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Примітка до таблиці 3.7. послідовності проведення робіт:

1. Розташування стоянок монтажних кранів КС-8165, МКГ-25 та КТА-32 дивись на аркуші 1 Додатку А.

2. Монтаж металевих елементів каркасу і перекриттів вести окремими частинами чи елементами, вага яких повинна не перевищувати вагу, яка вказана у таблиці 3.4.

3. Кожна частина чи елемент каркасу чи перекриттів, або сама конструкція перед підйомом обстежується відповідальним за підйом інженерно-технічним робітником (ІТР).

4. Перед початком виконання робіт по підйому (монтажу) будівельних конструкцій споруди, необхідно виконати випробування вантажопідйомних кранів за допомогою контрольного вантажу (маси контрольних вантажів повинні відповідати «Розрахунковій вазі збірних конструкцій (елементів), що монтуються» див. таблицю 3.4) на відповідному вильоті (нахилі) стріли вантажопідіймальних кранів.

Стропування елементів і конструкцій повинно проводитись за схемами, складеними з урахуванням міцності і стійкості конструкцій, що піднімаються, при монтажних навантаженнях.

Прохід людей у приміщення вежі під час монтажу елементів споруди повинен бути закритий. З боку проходів і проїздів на огорожі через кожні 5–10 м вивісити попереджувальний напис «Небезпечна зона» з обов'язковим представленням необхідних дорожніх знаків (див. аркуш 1 Додаток А.).

Виконання монтажних робіт під час ожеледі, туману і дощу, що виключає видимість у межах фронту робіт, грози і вітру зі швидкістю 10 м/с і більше не допускається (згідно вимог [40]).

Монтаж конструкцій і елементів каркасу і перекриття споруди пов'язаний з верхолазними роботами, до яких допускаються особи, що пройшли медичний огляд, навчені правилам безпеки праці і мають відповідне посвідчення. Знання ними правил безпеки праці перевіряють щорічно. Перед початком кожної зміни працівники проходять інструктаж щодо порядку роботи і заходів безпеки на

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочому місці. При роботі на висоті понад 2 м кожному робітнику видають запобіжний пояс, що повинен прикріплюватися до міцних частин перекриття, конструкцій (елементів) каркасу чи до страхувальних канатів, монтажних блоків фалом завдовжки не більше 3 м.

Швидкість руху автомобіля на території підприємства, що будується, повинна бути не більше 10 км/год. Із швидкістю 10 км/год допускається їхати тільки в тих випадках, якщо відсутні знаки, що обмежують швидкість, і забезпечена безпека руху.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 Організація виробництва

4.1. Основні рішення щодо розробки будівельного генплану і календарного графіку на період проведення будівельно-монтажних робіт.

4.1.1. Основні рішення та вказівки щодо розробки будівельного генерального плану на період виконання будівельних робіт з монтажу багатоярусної споруди робочої вежі та відділень очистки зерна та зберігання відходів за допомогою вантажопідіймальних кранів на гусеничному шасі марок КС-8165 та МКГ-25 та на автомобільному шасі марки КТА-32.

Будівельний генеральний план є проектною схемою будівництва об'єкта, на якій відображається розміщення наявних і тимчасових будівель та споруд, а також обґрунтовується оптимальний склад і взаємне розташування елементів будівельного господарства. Такі рішення приймаються з метою забезпечення найбільш ефективного використання ресурсів із дотриманням вимог охорони праці, пожежної та вибухової безпеки. Будівельний генеральний план виступає основним проектним документом, що визначає порядок організації будівельного майданчика та обсяги необхідного тимчасового будівництва.

Будгенплан на виконання будівельних робіт, який приведено на аркуші 1 додатку А, розроблений на будівельно-монтажні роботи по монтажу надземної частини споруди робочої зерноочисної вежі комплексу по прийманню і зберіганню зернових і олійних культур місткістю 60000 т. Будгенплан виконаний відповідно вимог п.5.2 та додатку К норм ДБН А.3.1-5:2016 [40].

Територію, на якій здійснюється монтаж споруди виробничого комплексу по прийманню і зберіганню зернових і олійних культур місткістю 60000 т огорожують по периметру суцільною постійною огорожею, яка й подалі буде вже експлуатуватися як огорожа підприємства. Безпосередньо на майданчику забудови споруди робочої зерноочисної вежі необхідно виконати тимчасове огороження згідно рекомендацій, які приведені на аркуші 1 додатку А. Перед початком будівництва виконати планування території

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майданчика забудови. Улаштування тимчасового огороження ділянки забудови споруди зерноочисної вежі на території будівництва комплексу приведено на аркуші 1 додатку А.

На території майданчика забудови зерноочисної вежі необхідно улаштувати тимчасові дороги шириною 7,0...8,0 м, площадки для збирання, укрупнення металевих елементів каркасу і пішохідні доріжки з щебеним і гравійним покриттям товщиною мінімум 20 см, основа якого повинна бути ущільнена. Під місця стоянок і руху самохідних вантажопідіймальних кранів на гусеничному ходу марок КС-8165 та МКГ-25 під час проведення монтажних робіт необхідно виконати улаштування тимчасових доріг із залізобетонних збірних дорожніх плит на основі із щебеневого шару товщиною $t=200...250$ мм, який необхідно утрамбувати у верхній шар ґрунту.

Тимчасові приміщення на майданчику забудови повинні бути запроектовані згідно наявних в нього тимчасових інвентарних будівель контейнерного типу і їх безпосередньої необхідності поблизу майданчика забудови споруди, а також даних про використання організацією тимчасових будівель на загальному тимчасовому побутовому майданчику для будівництва комплексу. Улаштування тимчасових будівель і споруд на майданчику забудови споруди здійснюємо на ділянках, які будуть не потрапляти в зони можливого падіння вантажу та конструктивних елементів. Улаштування тимчасових будівель і споруд приведено на аркуші 1.

На майданчику забудови споруди зерноочисної вежі, що монтується, встановлюють попереджувальні знаки.

Постачання електроенергії на майданчик забудови комплексу здійснюється безпосередньо від найближчої трансформаторної підстанції за допомогою улаштування тимчасової кабельної і повітряної електролінії. Безпосереднє постачання електроенергії до майданчика забудови споруди здійснюється від електрощитової. Охоронне освітлення і освітлення робочих місць і тимчасових доріг на майданчику забудови буде здійснюватися за допомогою прожекторів та ліхтарів, які будуть встановлюватися по периметру

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тимчасової огорожі, на ділянках збирання блоків та безпосередньо на робочих місцях за допомогою щогл і стовпів висотою 4,5...9 м згідно рекомендацій, які приведені на аркуші 1.

Для проведення будівельно-монтажних робіт по монтажу споруди робочої зерноочисної вежі запроєктовані два самохідні гусеничні стрілові крани КС-8165 вантажопідйомністю до $Q=100$ т та МКГ-25 вантажопідйомністю до $Q=25$ т.

На аркушах креслень приведені схеми послідовності монтажу конструкцій (елементів) споруди на рівні першого ярусу між відмітками 0,200 м...+11,800 м: на ділянках в осях 2-5, А-Г і в осях 1-6, Г-Д, на рівні третього та п'ятого ярусів між відмітками +23,800 м...+52,300 м на ділянках в осях 2-5, А-Г.

Для виконання розвантажувально-навантажувальних робіт та монтажу (збиранню) збірних укрупнених об'ємних елементів на стендах на ділянках зварювальних постів на майданчику забудови споруди використовується автомобільний кран марки КТА-32, вантажопідйомністю $Q=0,5...32,0$ т на базовому шасі КрАЗ (МАЗ), характеристики якого залежно від вильоту і висоти підйому крюка крану приведено раніше у таблиці 3.2.

Заходи щодо одночасної спільної роботи вантажопідіймальних самохідних гусеничних кранів: КС-8165 вантажопідйомністю $Q=100$ т, з довжиною основної кранової стріли $L_{стр.}=45$ м і маневровим гаком $l=30$ м та МКГ-25 (стоянка крану №2 аркуш 1) вантажопідйомністю $Q=25$ т, з довжиною основної кранової стріли $L_{стр.}=28,5$ м і маневровим гаком $l=15$ м, та автомобільного крану КТА-32 (стоянки крану №3 на аркуші1), вантажопідйомністю $Q=32$ т, які проектуються на майданчику забудови споруди робочої зерноочисної вежі комплексу.

Вантажопідіймальні самохідні крани КС-8165 та МКГ-25 здійснюють безпосередньо сумісно забудову (зведення) багатоярусної (I-V ярусів), багатоповерхової (1-11-ти поверхової) споруди робочої зерноочисної вежі, а

					<i>2МБП. ПЗ 12176612</i>	Арк
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автомобільний кран марки КТА-32 здійснює допоміжні монтажно-розвантажувальні роботи.

В результаті аналізу індивідуальних особливостей умов будівництва та характеру монтажно-розвантажувальної роботи самохідних гусеничних кранів КС-8165 і МКГ-25 разом з автокраном КТА-32 були прийняті 6-ть (шість) варіантів сумісної їх роботи, сутність яких охарактеризована в таблиці 4.1, на аркуші 1 та на схемах сумісної роботи кранів.

Схеми варіантів I-VI сумісної одночасної роботи вантажопідіймальних стрілових кранів КС-8165 та МКГ-25 при монтажі окремих частин споруди та при вантажно-розвантажувальних та монтажних роботах повинні бути доведені стропальникам і машиністам кранів перед початком робіт на кожній ділянці. При роботі двох кранів в безпосередньому наближенні один до одного суворо стежити, щоб була виключена будь-яка можливість потенційної зустрічі одного крана з іншим. Рівень стріл повинен мати завжди різну висоту згідно вимог рекомендованих варіантів роботи. Зони пересування кожного крана на ділянках потенційного зближення повинні бути огорожені вимикачами і тупиковими упорами. Примусове обмеження зон роботи баштових кранів згідно вимог, що наведені на аркуші 1 залежно від варіанта сумісної одночасної їх роботи, здійснюється спеціальними заходами і пристроями шляхом: обмеження руху крана; обмеженням повороту стріли; обмеженням вильоту вантажу, тобто обмеженням руху вантажу по горизонталі; обмеженням руху підвіски крюка. Взаємодію кранів повинні обов'язково регулювати сигнальники, яких призначають з найбільш досвідчених стропальників.

Сумісна одночасна робота стрілових кранів при зведенні окремих ділянок багатоповерхової, багатоярусної споруди робочої зерноочисної вежі можлива при конструктивній різниці висот між стрілами кранів та обмеженні поворотів стріл кранів КС-8165 і МКГ-25 у напрямку обопільної (взаємної) їх роботи на кути, що приведені на схемі потенційної зустрічі баштових кранів на аркуші 1. Обопільне обмеження повороту стріли кранів КС-8165 та МКГ-25

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у напрямку до себе дозволить унеможливити потенційну зустріч стріли крану МКГ-25 з вантажними підйомними тросами крану КС-8165 чи вантажем, який він переміщує. Тому на початку зведення багатоярусної споруди робочу висоту стрілового крану КС-8165 прийняти $H_1=45$ м, що дасть можливість при робочій висоті стрілового крану МКГ-25, яка на сьогодні становить $H_2=28,5$ м, а з гусаком максимум $H=42$ м у висоту, що частково забезпечити унеможливлення випадкової зустрічі кранових стріл.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

Графік сумісної безпечної роботи самохідних стрілових кранів КС-8165 (кран №1), МКГ-25 (кран №2) та автокрана КТА-32 (кран №3), що здійснюють монтаж-розвантажувальні роботи на майданчику забудови багатоярусної споруди робочої зерноочисної вежі та поблизу нього

Яруси споруди, що зводяться, і варіанти сумісної роботи кранів		Механізм			
		Стріловий кран КС-8165	Стріловий кран МКГ-25	Автомобільний кран КТА-32	
Варіанти роботи механізмів при монтажі окремих частин споруди робочої зерноочисної вежі	I...II ярусів між відм. -0,200...+23,800 м	I-й варіант	Монтаж ділянок із стоянки Ст-1.1 в осях 4-5, А-Г та частково на рівні I ярусу на ділянці в осях Г-Д, 3.1-6.	Механізм тимчасово не працює	Монтаж (збирання) об'ємних укрупнених блоків на ділянці зварювального посту №1 із стоянки Ст.-3.1
		II-й варіант	Механізм тимчасово не працює	Монтаж ділянок із стоянки Ст.-2.1 в осях 2-4, А-Г та частково на рівні I-го ярусу на ділянці в осях Г-Д, 1-3.1	Монтаж (збирання) об'ємних укрупнених блоків на ділянці зварювального посту №2 із стоянки Ст.-3.2
	III ярус між відм. +23,800...+34,800 м	III-й варіант	Монтаж ділянок із стоянки Ст-1.1 в осях 3-5, А-Г.	Механізм тимчасово не працює	Монтаж (збирання) об'ємних укрупнених блоків на ділянці зварювального посту №1
		IV-й варіант	Механізм тимчасово не працює	Монтаж ділянок із стоянки Ст.-2.1 в осях 2-3, А-Г.	Монтаж (збирання) об'ємних укрупнених блоків на ділянці зварювального посту №2
	IV...V яруси між відм. 34,200...+52,300 м	V-й варіант	Монтаж ділянок із стоянки Ст-1.1 в осях 2-5, А-Г.	Механізм відсутній	Механізм тимчасово не працює
		VI-й варіант	Механізм тимчасово не працює	Механізм відсутній	Монтаж (збирання) об'ємних укрупнених блоків на ділянці зварювального посту №2

Особливі організаційні та технічні заходи при виконанні будівельно-монтажних робіт при сумісній роботі декількох кранів на будмайданчику.

1. Машиністів кранів, стропальників (сигналістів), а також осіб, призначених відповідальними за безпечне переміщення вантажів вантажопідіймальними кранами, необхідно забезпечити засобами радіозв'язку. Радіозв'язок застосовується для передачі команд, координації дій між учасниками процесу та своєчасного попередження про наближення стріли крана з вантажем до меж небезпечних зон.

2. У кожній робочій зміні слід призначати відповідальну особу за безпечне виконання вантажопідіймальних операцій, яка відповідно до рішень проєкту виконання робіт визначає черговість і порядок монтажу конструкцій за секторами, ділянками або захватками.

3. У процесі монтажу конструкцій небезпечні зони, передбачені будівельним генеральним планом, необхідно позначати добре помітними сигнальними засобами: у денний час — сигнальними стрічками, у темний період доби — червоними світловими гірляндами або ліхтарями, що інформують про наближення до меж заборонених секторів. Монтажні елементи слід утримувати в положенні, максимально наближеному до проєктного, не допускаючи їх винесення за контур будівлі.

4. Машиністи кранів, стропальники, сигналісти, бригадири та будівельні майстри повинні бути ознайомлені з указаними заходами безпеки під особистий підпис. Машиніста крана необхідно забезпечити чинними інструкціями з охорони праці та вахтовим журналом встановленого зразка.

Забезпечення якості, надійності та безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт при зведенні надземної частини багатоярусної споруди робочої зерноочисної вежі. Загальні вимоги.

Будівельно-монтажні роботи.

Організація робіт.

Під час монтажу будівельних конструкцій, виробів, трубопроводів і обладнання (далі — монтажні роботи) необхідно передбачати комплекс

										Арк
										66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП. ПЗ 12176612					

організаційних і технічних заходів, спрямованих на запобігання впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, зумовлених специфікою виконуваних робіт, зокрема:

- розміщення робочих місць у безпосередній близькості до перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- транспортування та переміщення конструкцій і вантажів;
- можливе обвалення або зсув незакріплених елементів будівельних конструкцій і споруд;
- падіння матеріалів, інструментів або виробів з вищих рівнів;
- виконання робіт у зоні дії повітряних ліній електропередачі;
- підймання вантажів масою, що перевищує допустиму вантажопідймальність машин і механізмів;
- недостатню просторову жорсткість конструкцій, що може призвести до їх пошкодження або руйнування в процесі монтажу;
- ризик перекидання машин і механізмів або падіння їх окремих частин;
- виконання робіт без застосування засобів індивідуального захисту;
- недостатній рівень природного чи штучного освітлення;
- підвищену напругу в електричних мережах.

У межах робочої зони, де здійснюються монтажні роботи, забороняється виконання будь-яких інших видів робіт, а також перебування сторонніх осіб.

Під час зведення будівель і споруд не допускається виконання робіт, пов'язаних із перебуванням працівників на поверхах (ярусах), над якими здійснюється переміщення, установлення або тимчасове закріплення елементів збірних конструкцій чи обладнання.

У випадках, коли неможливо розділити площу забудови на окремі ізольовані ділянки, одночасне виконання монтажних та інших будівельних робіт на різних поверхах (ярусах) допускається лише за наявності між ними надійних міжповерхових перекриттів, несуча здатність яких підтверджена відповідними розрахунками з урахуванням можливих ударних навантажень.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування змонтованих конструкцій або їх окремих елементів для закріплення вантажних поліспастів, відвідних блоків чи інших монтажних пристроїв дозволяється виключно за погодженням із проектною організацією, що розробила робочі креслення конструкцій.

Монтаж конструкцій споруди слід розпочинати з елементів, які забезпечують її просторову стійкість, таких як зв'язкові елементи, ядра жорсткості та інші подібні конструкції; у даному випадку — з просторових об'ємних ґратчастих блоків на один ярус висотою $H = 11 \dots 12$ м.

Монтаж конструкцій кожного наступного поверху (ярусу) багатоповерхової будівлі дозволяється виконувати лише після повного закріплення всіх раніше встановлених монтажних елементів відповідно до проекту та завершення зварювання всіх стикових з'єднань несучих конструкцій.

Фарбування та виконання антикорозійного захисту конструкцій і елементів обладнання у випадках, коли ці роботи проводяться безпосередньо на будівельному майданчику, необхідно виконувати до їх піднімання на проектну відмітку. Після встановлення на проектне місце дозволяється виконувати такі роботи лише в зонах стиків і з'єднань.

Під час розконсервації обладнання забороняється застосовувати матеріали, що мають вибухо- або пожежонебезпечні властивості.

При монтажі каркасних споруд (зокрема веж) установа наступного ярусу каркасу допускається тільки після монтажу огорожувальних конструкцій або влаштування тимчасових захисних огорожень на попередньому ярусі.

Монтаж сходових маршів і площадок будівель, а також вантажопасажирських будівельних підйомників (ліфтів) повинен виконуватися паралельно з монтажем основних конструкцій споруди. На змонтованих сходових маршах огороження необхідно встановлювати негайно після їх улаштування.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організація робочих місць

Під час виконання монтажних робіт на будівлях і спорудах монтажники повинні розміщуватися виключно на раніше змонтованих та надійно зафіксованих конструктивних елементах або на справних інвентарних засобах підмоцвання.

Перебування працівників на конструкціях чи обладнанні в процесі їх підймання або переміщення вантажопідймальними механізмами не допускається.

Монтажні навісні майданчики, сходи, драбини та інші пристрої, необхідні для виконання робіт на висоті, повинні встановлюватися на конструкціях, що монтуються, ще до їх піднімання у проєктне положення.

Переміщення монтажників між окремими конструкціями слід здійснювати лише за допомогою інвентарних сходів, перехідних містків або трапів, обладнаних захисними огороженнями.

Перехід працівників по змонтованих конструкціях або їх елементах (ригелях, балках тощо), на яких неможливо забезпечити нормативну ширину проходу з улаштуванням огорожень, забороняється без застосування спеціальних страхувальних пристроїв. У таких випадках необхідно використовувати страхувальний канат, натягнутий уздовж несучого елемента, для фіксації карабіна запобіжного пояса. Місця закріплення канату, спосіб його натягування та довжина ділянок визначаються керівником робіт.

Спосіб стропування конструкцій і обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця монтажу в положенні, максимально наближеному до проєктного.

Під час монтажу огорожувальних панелей працівники зобов'язані застосовувати запобіжний лямковий пояс у поєднанні зі страхувальним пристроєм.

Знаходження людей під конструкціями або обладнанням, що перебувають у процесі монтажу, до моменту їх остаточного встановлення у проєктне положення не допускається. У разі вимушеної необхідності

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання робіт у таких умовах повинні бути впроваджені спеціальні організаційні та технічні заходи, що гарантують безпеку персоналу.

Навісні металеві сходи висотою понад 5 м повинні бути обладнані захисними металевими дугами з вертикальними зв'язками та надійно закріплені до конструкцій або обладнання.

Підіймання працівників по навісних сходах на висоту більше 10 м дозволяється лише за умови наявності проміжних майданчиків для відпочинку, розташованих з інтервалом не більше 10 м по висоті.

Розчалування, призначені для тимчасового закріплення змонтованих конструкцій, повинні кріпитися виключно до надійних опор. Їх кількість, матеріал, поперечний переріз, способи натягування та місця фіксації встановлюються проектом виконання робіт.

Розчалування слід розміщувати поза межами габаритів руху транспортних засобів і будівельної техніки. Не допускається їх контакт із гострими кромками або кутами інших конструкцій. Перегинання розчалувань у місцях дотику дозволяється лише після перевірки міцності та стійкості відповідних елементів під дією зусиль від розчалувань.

Під час переміщення монтажних елементів і обладнання необхідно запобігати їх розгойдуванню та обертанню шляхом застосування гнучких відтяжок (канатів або мотузок).

Стропування конструкцій і обладнання слід виконувати вантажозахоплювальними засобами, які забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого рівня у випадках, коли відстань до замка захоплювального пристрою перевищує 2 м.

Порядок виконання робіт

Перед початком монтажних робіт необхідно встановити чіткий порядок подавання та сприйняття умовних сигналів між особою, яка здійснює керівництво монтажем, і машиністом (мотористом) механізму. Подавання всіх сигналів повинно здійснюватися лише однією визначеною особою (бригадиром монтажної бригади, ланковим або такелажником-

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стропальником). Винятком є сигнал «Стоп!», який має право подати будь-який працівник у разі виявлення небезпеки.

У випадках, коли змонтований елемент перебуває поза зоною прямої видимості машиніста крана, між ним і монтажниками необхідно організувати радіо- або телефонний зв'язок. Якщо технічна можливість такого зв'язку відсутня, призначаються проміжні сигнальніки з числа кваліфікованих і досвідчених стропальників (такелажників).

В особливо відповідальних ситуаціях — зокрема під час підймання конструкцій із застосуванням складних такелажних схем, монтажу методом повороту, насування великогабаритних і масивних елементів, а також при одночасному підйманні вантажу двома або більше механізмами — право подавання сигналів надається виключно керівнику робіт.

Стропування елементів, що підлягають монтажу, необхідно виконувати в місцях, визначених робочими кресленнями, з таким розрахунком, щоб під час піднімання і подавання до місця встановлення вони займали положення, максимально наближене до проектного.

Забороняється підймання елементів будівельних конструкцій, які не мають монтажних петель, отворів, маркування або інших позначень, що забезпечують їх правильне стропування та орієнтацію під час монтажу.

При виконанні монтажу безпосередньо з транспортних засобів не допускається переміщення конструкцій над кабіною водія.

Очищення елементів, призначених для монтажу, від бруду, снігу або льоду необхідно виконувати до їх підймання вантажопідіймальним механізмом.

Підймання конструкцій слід здійснювати рівномірно, без ривків, розгойдування та обертання. Забороняється підіймати вантажі, які примерзли, частково засипані ґрунтом або сміттям, з'єднані з іншими конструкціями, а також ті, маса яких перевищує допустиму вантажопідіймальність крана.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підіймання конструкцій необхідно виконувати у два етапи: спочатку на висоту 20–30 см для перевірки правильності та надійності стропування і стану монтажних петель, після чого дозволяється подальше піднімання.

Під час горизонтального або вертикального переміщення конструкцій і обладнання відстань від них до виступаючих частин змонтованих елементів та іншого обладнання повинна становити не менше 1 м по горизонталі та не менше 0,5 м по вертикалі.

Під час технологічних перерв забороняється залишати підняті елементи конструкцій або обладнання у підвішеному стані.

Елементи конструкцій і обладнання, встановлені в проектне положення, повинні бути закріплені таким чином, щоб забезпечувалася їх просторово-стійка робота та збереження геометричної форми.

Розстропування змонтованих елементів допускається лише після їх постійного або тимчасового закріплення відповідно до вимог проекту. Після розстропування переміщення встановлених конструкцій або обладнання не допускається.

До завершення процесу вивіряння та надійного закріплення змонтованих елементів забороняється спирання на них конструкцій, що розташовані вище.

Не допускається стропування вантажів, які перебувають у нестійкому положенні, а також зміщення такелажних пристроїв на піднятому вантажі.

Під час монтажу конструкцій із рулонних заготовок необхідно передбачати заходи, що унеможливають їх самовільне розгортання.

Укрупнювальне складання, підготовка та доопрацювання конструкцій і обладнання, що підлягають монтажу, повинні виконуватися виключно на спеціально відведених і обладнаних для цього майданчиках.

4.2. Календарний графік виконання будівельних робіт.

Розробка календарного графіку виконання будівельних робіт на зведення (монтаж) споруди робочої вежі з відділеннями очистки зерна та зберігання відходів здійснювалася в такій послідовності:

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- встановлювався перелік, характер та обсяги будівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт, що підлягають виконанню у період зведення об'єкту;

- проводився аналіз будівельних робіт з розбивкою і групуванням їх в окремі комплекси робіт у визначеній послідовності їх проведення;

- проводився вибір методів виконання робіт з визначенням професійного та чисельно-кваліфікаційного складу робітників низових будівельних підрозділів (ділянок, ланок і ін.) і приймалася попередньо інтенсивність і тривалість виконання кожного виду робіт;

- визначалася трудомісткість виконання кожного виду (комплексу) робіт (із люд.-дн. в люд.-змін.) і потреба в роботі будівельних машин (в маш.-зм.);

- встановлювався температурно-вологий режим виконання будівельних процесів, а також величина технологічних і організаційних перерв між окремими будівельними процесами (комплексами робіт);

- встановлювалася організаційна та технологічна послідовність виконання будівельних процесів і їх взаємна ув'язка в часі і коригуються раніше прийняті інтенсивність і тривалість виконання робіт, а також кількість засобів механізації;

- проводилася побудова графічної (лінійної) моделі зведення споруди з розрахунком основних параметрів поточного будівництва і вибором найбільш доцільного варіанта, що відповідає основним рішенням, прийнятим в проекті організації будівництва;

- проводилася на основі обраного варіанта календарного графіка (плану) зведення надземної частини споруди, що будується.

При складанні переліку робіт вони заносяться в календарний графік (план) в технологічній послідовності і групуються за видами і періодами часу. При угрупованню робіт необхідно дотримуватися певних правил. Роботи по можливості слід укрупнювати, об'єднувати, щоб графік був лаконічним і

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зручним для читання. У той же час укрупнення робіт має межу у вигляді наступних обмежень:

- не можна об'єднувати роботи, що виконуються різними виконавцями (будівельними ділянками, ланками і іншими низовими будівельними підрозділами);

- в комплексі робіт, що виконуються одним виконавцем, необхідно виділяти і показати окремо ту частину роботи, яка відкриває фронт робіт для іншого будівельного підрозділу.

Таким чином, укрупнення переліку робіт в календарному графіку обмежена технологічними факторами – послідовністю будівельних процесів і організаційними факторами – розподілом робіт за виконавцями.

Тривалість робіт в календарному графіку визначається наступним чином. До моменту складання календарного графіка повинні бути прийняті методи виконання робіт, обрані будівельні машини, механізовані установки та обладнання і прийнята інтенсивність виконання робіт. У процесі складання календарного графіку слід передбачати експлуатацію основних будівельних машин в 2-3 зміни. Інтенсивність і тривалість механізованих робіт повинна визначатися тільки з продуктивності машини. У зв'язку з цим спочатку визначається інтенсивність і тривалість механізованих робіт, ритм виконання яких визначає всю побудову календарного графіку, а потім розраховується інтенсивність і тривалість робіт, яка виконується вручну.

Під час побудови календарного графіка тривалість робіт і кількість змін корегувалися відносно нормативних термінів зведення споруд-аналогів, дані по яким приведені відповідно конструктивного вирішення в таблицях у ДСТУ Б А.3.1-22:2013 [44]

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Календарний графік виконання будівельно-монтажних робіт при зведенні надземної частини споруди робочої зерноочисної вежі, відділень очистки зерна та тимчасового зберігання відходів

№ п/п	Найменування робіт (комплексу робіт)	Вага металевих конструкцій, що монтуються, т	Тривалість робіт, дні	Кіль- кість змін	Чисельність працюючих у зміну	Трудоміст- кість, люд.-змін
1.	Монтаж металоконструкцій I-го ярусу робочої зерноочисної вежі, відділень очистки зерна та тимчасового зберігання відходів на ділянці між відмітками -0,200 м та +11,800 м	114,956	30	2	16	960
2.	Монтаж металоконструкцій II-го ярусу робочої зерноочисної вежі, відділень очистки зерна та тимчасового зберігання відходів на ділянці між відмітками +11,800 м та +23,800 м	49,711	15	2	12	360
3.	Монтаж металоконструкцій III-го ярусу робочої зерноочисної вежі, відділень очистки зерна і тимчасового зберігання відходів на ділянці між відмітками +23,800 м та +34,800 м	50,679	17	2	12	408
4.	Монтаж металоконструкцій 4-го ярусу робочої зерноочисної вежі, відділень очистки зерна і тимчасового зберігання відходів на ділянці між відмітками +34,800 м та +52,300 м	73,491	22	2	16	704

Виконання вантажно-розвантажувальних робіт вантажопідйомним краном із складського майданчика на автомобілі.

1. Підготовку автомобіля до навантаження слід виконувати у такій послідовності:

- установити інвентарні противідкотні (гальмівні) башмаки під передні та задні колеса автомобіля (тягача);
- перевірити стан транспортного кріплення вантажу та правильність його стропування, переконавшись у їх надійності;
- водію необхідно загальмувати транспортний засіб стояночним гальмом, увімкнути першу або задню передачу та залишити кабіну, відійшовши у визначене безпечне місце поза межами небезпечної зони (аркуш 1, додаток А).

У разі відповідності транспортного кріплення вантажу вимогам безпеки під час виконання стропувальних робіт (відсутність зазорів для заведення стропів, правильне взаємне розташування елементів вантажу тощо) навантаження дозволяється виконувати за вказівкою відповідальної особи.

2. Підібрати відповідну такелажну оснастку та виконати стропування вантажу.

3. Після завершення стропування закріпити на вантажі відтяжки такої довжини, яка забезпечує можливість виходу такелажника за межі небезпечної зони. Переконавшись у повному звільненні вантажу від транспортних кріплень, зачепів і перевірити відсутність на ньому незакріплених предметів.

4. Після виходу стропальників у безпечну зону за командою сигнальника підняти вантаж на висоту 200–300 мм та перевірити справність гальм крана, відсутність перекосів і випадкових зачепів вантажу.

5. Підійняти вантаж на висоту, що перевищує висоту борту автомобіля щонайменше на 500 мм, після чого, утримуючи його від розвороту за допомогою відтяжок, шляхом повороту стріли та піднімання або опускання гака перемістити вантаж у кузов автомобіля.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Укласти вантаж у заздалегідь підготовлене місце. Для забезпечення безпечного входу та виходу стропальників із кузова транспортного засобу необхідно передбачити встановлення інвентарних приставних драбин.

7. Подачу будівельних конструкцій і матеріалів вантажопідіймальним краном слід здійснювати під керівництвом сигнальника, який підтримує постійний радіозв'язок із машиністом крана.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

місце з ухилом понад 20° повинні бути обладнані трапами або сходами з огороженнями.

9. Робочі місця та підходи до них, розташовані на висоті 1,3 м і більше та на відстані менше 2,0 м від перепаду висот, мають бути оснащені тимчасовими захисними огороженнями.

10. Засоби підмоцнення висотою до 4 м допускаються до експлуатації лише після їх приймання виконавцем робіт або майстром. У процесі використання такі засоби повинні оглядатися виконробом або майстром не рідше одного разу на десять днів.

11. Металеві трубчасті помости, а також інші металеві елементи будівельних машин і механізмів з електричним приводом повинні бути обладнані захисним заземленням або зануленням.

Електробезпека.

1. Для виконання з'єднувальних провідників і електричних перемичок слід використовувати круглу сталеву арматуру діаметром від 6 до 9 мм або сталеву смугу товщиною не менше 4 мм із площею поперечного перерізу щонайменше 48 мм².

2. Усі елементи заземлювального контуру необхідно з'єднувати методом електрозварювання. Надійність і якість зварних швів повинні перевірятися шляхом механічного контролю, зокрема ударом молотка.

3. Металеві будівельні риштування, огороження робочих зон, полиці та кабельні лотки, а також машини й механізми з електричним приводом підлягають обов'язковому заземленню (або зануленню) відповідно до вимог Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів. Заземлення має бути виконане одразу після встановлення обладнання на робочому місці, до початку будь-яких виробничих операцій.

4. Заземлення металевих риштувань у процесі монтажу слід виконувати з інтервалом не більше ніж 20 м по їх довжині. Система грозозахисту повинна включати блискавкоприймач довжиною 3,5 м із труби діаметром 60/50 мм, при цьому верхній кінець труби має бути сплющений і герметично заварений.

						2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			80

Заземлювальний пристрій виконується з металеві труби довжиною 2,5 м діаметром 60/50 мм, заглибленої в ґрунт на 3,0 м, так що верхній край заземлювача розташовується на глибині 0,5 м від поверхні землі. До труби приварюється струмовідвід у вигляді металеві смуги перерізом 4×25 мм, який за допомогою зварювання або хомутів приєднується до металоконструкцій риштувань.

Зовнішні лінії тимчасового електропостачання повинні виконуватися ізольованими проводами та прокладатися на опорах із забезпеченням мінімальної висоти від рівня землі, підлоги або настилу не менше:

- 2,5 м — над робочими зонами;
- 3,5 м — над пішохідними проходами;
- 6,0 м — над транспортними проїздами.

5. З метою забезпечення належного питного режиму на будівельному майданчику доцільно передбачити встановлення у побутових приміщеннях одного підлогового кулера або двох настільних кулерів

Особливі організаційні та технічні заходи при виконанні будівельно-монтажних робіт вантажопідйомним краном.

1. Забезпечити машиніста крана, стропальників (сигналістів) і особи, відповідальної за безпечне проведення робіт по переміщенню вантажів краном - засобами радіозв'язку для обміну сигналами та узгодження дій, а також попередження один одного про наближення стріли крана з вантажем до огороження небезпечної зони.

2. У кожній зміні слід призначати відповідальну особу за безпечне виконання вантажопідйомальних робіт, яка відповідно до проєкту виконання робіт визначає черговість монтажу конструкцій за секторами або захватками.

3. Небезпечні зони повинні бути чітко позначені візуальними сигнальними засобами, зокрема сигнальними стрічками. У темний час доби межі зон необхідно додатково підсвічувати червоними гірляндами з ламп або сигнальними ліхтарями, що попереджають машиніста крана про наближення

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

до забороненого сектора чи захватки. Машиністи кранів мають бути забезпечені чинними інструкціями з охорони праці та вахтовими журналами.

4. Машиністів кранів, стропальників, сигналістів, бригадирів і будівельних майстрів необхідно ознайомити з даними заходами безпеки під особистий підпис.

5. Відповідно до рішень, прийнятих у будівельному генеральному плані на вантажопідіймальних кранах слід установити обмежувачі повороту стріли.

6. Особа, відповідальна за безпечне ведення робіт, зобов'язана своєчасно уточнювати та відновлювати межі небезпечних зон після завершення монтажних операцій і під час переходу до виконання робіт на наступних поверхах.

7. Згідно визначеної на будгенплані зони потенційно діючих небезпечних факторів вантажопідйомного крану виконати встановлення сигнального огородження.

8. Машиніст крана повинен постійно здійснювати контроль показників анемометра та негайно припиняти роботу крана у разі досягнення швидкості вітру 10 м/с і більше відповідно до вимог паспорта крана. Роботи також підлягають зупиненню за наявності грози, туману або ожеледиці.

9. Виконроб будівельної ділянки зобов'язаний щоденно перед початком робочої зміни отримувати прогноз метеорологічних умов у обласному центрі гідрометеорології.

10. Працівники служби охорони під час приймання зміни повинні проходити інструктаж щодо дій у разі виникнення нештатних ситуацій та мати на робочому місці перелік домашніх і службових телефонних номерів головного механіка, виконроба, будівельних майстрів і машиністів кранів.

Експлуатація засобів підмоцнування, ручних машин та інструменту

1. Працівники, які здійснюють експлуатацію засобів механізації, оснащення, пристроїв та ручних машин, до початку виконання робіт повинні пройти відповідне навчання безпечним прийомам роботи згідно з

						2мБП. ПЗ 12176612	Арк
							82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

експлуатаційною документацією підприємства-виробника та вимогами інструкцій з охорони праці.

2. Робочі зони та засоби підмоцвання (риштування, помости, робочі платформи й інші пристрої, призначені для безпечного виконання робіт на висоті) мають відповідати положенням чинних нормативних документів, зокрема ДСТУ Б В.2.8-47:2011 [45].

3. Під час виконання будівельно-монтажних робіт слід надавати перевагу застосуванню інвентарних засобів підмоцвання заводського виготовлення.

4. Основа, на яку встановлюються риштування та підмости, повинна бути спланованою, вирівняною та ущільненою з обов'язковим забезпеченням відведення поверхневих вод. У разі неможливості виконання зазначених вимог засоби підмоцвання мають бути обладнані регульованими опорами (домкратами) або встановлені на тимчасові опорні конструкції, що забезпечують їх горизонтальне положення.

5. Кріплення риштувань до конструкцій будівлі необхідно виконувати з інтервалом не рідше ніж через один ярус для верхніх стояків, через два прольоти для верхнього ярусу та з розрахунку не менше одного кріплення на кожні 20 м² проєкції площі риштувань на фасад споруди.

6. В місцях підймання людей на риштування повинні бути розміщені плакати, на яких наведені схеми навантажень, їх величини, а також схеми евакуації працівників у випадку виникнення аварійних ситуацій.

7. Засоби підмоцвання мають бути обладнані рівними робочими настилами з шириною зазорів між дошками не більше 5 мм. При розташуванні настилів на висоті 1,3 м і більше вони повинні мати захисні огородження та бортові елементи. Висота огородження має бути не меншою за 1,1 м, висота бортового елемента — не менше 0,15 м, а відстань між горизонтальними елементами огородження — не більше 0,5 м.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

45.2-7.02-12 ССБП. «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» ДБН А.3.2-2-2009 [41]. Додаткові огляди необхідно проводити після дощу, сильного вітру, відлиги або інших впливів, що можуть призвести до зниження несучої здатності основи чи деформації конструкцій.

14. Неінвентарні засоби підмоцнування (драбини, стрем'янки, трапи, містки тощо) повинні виготовлятися з металу або з пиломатеріалів хвойних порід першого та другого сортів.

15. Довжина приставних дерев'яних драбин не повинна перевищувати 5 м, а їх конструкція має відповідати вимогам чинних нормативно-правових актів з охорони праці.

16. Кут нахилу драбин під час підйому працівників на риштування не повинен перевищувати 60°.

17. Перед введенням у експлуатацію драбини підлягають випробуванню статичним навантаженням 1200 Н (120 кгс), прикладеним до однієї з проступів у середині прольоту сходів, що перебувають в експлуатаційному положенні.

18. У процесі використання дерев'яні драбини необхідно випробовувати один раз на шість місяців, металеві — не рідше одного разу на рік.

19. Приставні драбини без робочих майданчиків дозволяється застосовувати лише для переходу між ярусами споруди або для виконання робіт, що не потребують опираючого працівника на будівельні конструкції.

20. Приставні драбини та стрем'янки повинні бути оснащені пристроями, які запобігають їх ковзанню та перекиданню. Для встановлення на ґрунті нижні кінці драбин мають бути обладнані металевими наконечниками, а для роботи на гладких поверхнях — башмаками з нековзного матеріалу. Робоче положення драбин повинно відповідати куту 70–75° до горизонталі. Конструкції приставних сходів повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.8-44:2011 [47].

21. Габарити приставних драбин мають забезпечувати можливість

						2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			85

виконання робіт у положенні стоячи на сходинці, розташованій не ближче ніж 1 м від верхнього краю драбини.

22. Під час виконання робіт з приставних драбин на висоті понад 1,3 м необхідно використовувати запобіжний пояс, закріплений до конструкцій будівлі або до драбини за умови її надійного фіксування.

23. Місця встановлення драбин у зонах руху транспорту або людей на час виконання робіт повинні бути огорожені або перебувати під наглядом.

24. Забороняється виконувати роботи з переносних драбин і стрем'янок поблизу або над працюючими механізмами, транспортерами, із застосуванням ручних машин і порохового інструменту, під час газо- та електрозварювальних робіт, а також при натягуванні дротів і утриманні важких елементів. Для таких робіт слід використовувати риштування або підмости з огороженими робочими майданчиками.

25. Монтаж і демонтаж засобів колективного захисту необхідно виконувати із застосуванням запобіжного пояса, закріпленого до страхувальних пристроїв або надійних конструкцій будівлі, у технологічній послідовності, що гарантує безпеку працівників. Такі роботи повинні виконувати спеціально навчені члени бригади.

26. Експлуатація ручних машин допускається за умови виконання таких вимог:

- перевірка комплектності, надійності кріплень, справності захисних кожухів і кабелів проводиться під час кожного видавання інструменту;
- перед початком роботи перевіряється справність вимикача та робота машини на холостому ходу;
- під час перерв, після завершення робіт, а також при обслуговуванні інструмент має бути вимкнений і від'єднаний від джерел живлення;
- ручні машини масою понад 10 кг повинні використовуватися з підвісними пристроями;
- при роботі на висоті ручні машини застосовуються лише з

										Арк
										86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП. ПЗ 12176612					

використанням підмостків;

- контроль за експлуатацією ручних машин покладається на спеціально призначену особу.

27. Особи, допущені до роботи з ручними електричними машинами, повинні мати групу з електробезпеки не нижче I, яка підтверджується щорічно, а при роботі з електроінструментом класу I в умовах підвищеної небезпеки — групу не нижче II.

28. Умови застосування електроінструменту та ручних електричних машин різних класів визначаються міжгалузевими правилами охорони праці під час експлуатації електроустановок споживачів.

29. Стропи, траверси, тара в процесі експлуатації повинні підлягати технічному огляду особами, у терміни, визначені НПАОП 0.00-1.80-18 [48], ДСТУ Б В.2.8-10-98 [49], ДСТУ 2890-94 [50]:

- траверси, кліщі, захвати тощо, а також тара – кожний місяць;
- стропи — кожні 10 днів;
- рідко використовувані вантажозахоплювальні пристрої — перед кожним застосуванням;
- колиски для підйому людей — щоденно перед початком робіт.

Результати оглядів фіксуються в журналі встановленого зразка.

30. Будівельний інструмент підлягає огляду не рідше одного разу на 10 днів, а також безпосередньо перед використанням. Інструмент, що має несправності або не відповідає вимогам безпеки, повинен негайно вилучатися з експлуатації.

31. Під час транспортування та перенесення інструменту його ріжучі й колючі частини необхідно закривати захисними чохлами.

32. Рукоятки сокир, молотків, кирок та іншого ударного інструменту повинні виготовлятися з твердих і в'язких порід деревини (дуб, граб, клен, бук тощо), мати овальний переріз із потовщенням до вільного кінця, а місце насадження інструменту має бути надійно розклинене.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вказівки щодо пожежної безпеки на будівельному майданчику.

1. Розпорядчим документом по підприємству необхідно визначити з числа інженерно-технічних працівників відповідальну особу за дотримання вимог пожежної безпеки в кожній робочій зміні.

2. На території побутового містечка відповідно до рішень будівельного генерального плану слід передбачити встановлення пожежного щита з первинними засобами пожежогасіння, ящика з піском, ємності з водою, а також облаштувати спеціально відведене та позначене місце для куріння.

3. Лакофарбові, ізоляційні, оздоблювальні та інші матеріали, здатні виділяти вибухо- та пожежонебезпечні пари або гази, дозволяється зберігати безпосередньо на робочих місцях лише в обсягах, що не перевищують потребу однієї робочої зміни.

4. Розведення відкритого вогню, а також куріння на відстані менше ніж 50 м від зон зберігання або використання легкозаймистих і горючих речовин суворо забороняється.

5. Не допускається захаращення під'їзних шляхів, проходів та підходів до первинних засобів пожежогасіння матеріалами, обладнанням або іншими предметами.

Забезпечення надійності та безпеки при проведенні будівельно-монтажних робіт на висоті.

1. Роботи, які виконуються на висоті 1,3 м і більше від поверхні землі, перекриття або робочого настилу, в тому числі з робочих платформ підйомників і механізмів, а також на відстані менше 2 м від неогороджених перепадів відносяться до робіт, виконуваних на висоті. Основним засобом індивідуального захисту під час виконання робіт є запобіжний лямковий пояс ПЛ.

2. Роботи на висоті виконувати з дотриманням вимог:

- ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці и промислова безпека в будівництві

[51];

										Арк
										88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП. ПЗ 12176612					

- НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті [46].

3. Під час виконання робіт на висоті працівники повинні застосовувати запобіжні лямкові пояси з наплічними та поясними лямками, оснащені двома стропами і страхувальними канатами. Застосовувані запобіжні пояси мають пройти встановлені випробування та відповідати чинним вимогам нормативних документів НПАОП 40.1-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів» [52].

4. Під час виконання робіт на висоті працівники зобов'язані здійснювати страхування за допомогою запобіжних лямкових поясів, закріплюючи їх за надійні, міцно зафіксовані елементи будівельних конструкцій або заздалегідь натягнуті та надійно закріплені страхувальні канати.

5. Страхувальні канати, а також вузли їх закріплення повинні проходити встановлені випробування та відповідати вимогам ДСТУ EN 361 [26], ДСТУ EN 353-1, ДСТУ EN 353-2. Кожен канат має бути забезпечений биркою із зазначенням інвентарного номера та дати чергового випробування. Конкретні місця закріплення страхувальних канатів визначаються виробником робіт.

6. Карабін запобіжного лямкового пояса повинен забезпечувати швидко й надійне закріплення та від'єднання однією рукою, у тому числі в рукавицях, і бути обладнаний запобіжним замикальним механізмом.

7. Перед початком виконання робіт необхідно перевіряти наявність на запобіжних лямкових поясах і допоміжному спорядженні бирок з інвентарним номером і датою наступного випробування. Забороняється застосовувати пояси без підтвердження проходження випробувань, а також спорядження, у якого під час огляду виявлені дефекти, зокрема: пошкодження металевих елементів, порушення цілісності швів у вузлах з'єднання, розриви, надрізи, розплітання, пропалені чи замаслені нитки, несправність або неправильне закривання пряжок тощо.

8. З метою запобігання випадковому падінню інструменту, кріпильних

											Арк
											89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП. ПЗ 12176612						

елементів та інших предметів з висоти забороняється залишати їх на змонтованих конструкціях або на засобах підмошування.

9. Під час виконання робіт на висоті з використанням засобів підмошування не допускається: сидіти або ставати на поручні; перегинатися через огороження чи спиратися на нього; розміщувати на огороженнях матеріали та інструменти; працювати без запобіжних поясів і захисних касок; скидати з висоти матеріали, інструменти або інші предмети.

10. Виконання робіт на висоті допускається лише з використанням інвентарних засобів підмошування (драбин, сходів із робочими майданчиками, робочих платформ опалубки), які пройшли перевірку та випробування і відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.8-47:2011 [56], ДСТУ Б В.2.8-39:2011 [57], ДСТУ Б В.2.8-45:2011 [58], ДБН А.3.2-2-2009 [51] а також положенням інструкцій з експлуатації риштувань і підмостей.

З метою захисту працівників від падіння в місцях наявності перепадів по висоті робочі зони повинні бути обладнані інвентарними захисними огороженнями. Такі огороження мають бути міцними, випробуваними та виготовлятися і встановлюватися відповідно до нормативних вимог.

Під час виконання робіт на висоті інструменти та кріпильні елементи необхідно зберігати у спеціальних переносних ящиках або в сумках, закріплених через плече. Перенесення інструменту та кріплення у кишенях спеціального одягу не допускається.

Вимоги безпеки під час підготовки стрілового гусеничного крану до роботи

1. Машиністам кранів і працівникам, призначеним відповідальними за безпечне виконання робіт із переміщення вантажів вантажопідіймальними кранами, необхідно видати індивідуальні примірники викопіювань, оформлені на одному аркуші. Аналогічний примірник повинен бути у бригадира стропальників. Викопіювання має містити схему монтажу або укрупненої збірки із зазначенням розмірів майданчика для встановлення крана, висоти

											Арк
											90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП. ПЗ 12176612						

підйому вантажів, вильоту стріли, маси підйомних елементів, зон складування та укрупнення, розташування постійних і тимчасових електричних мереж, нестандартних схем стропування, таблиць мас і габаритів демонтованого обладнання, конструкцій та елементів, а також конкретні вимоги з охорони праці та техніки безпеки.

2. У разі виконання подальших монтажних робіт в умовах обмеженого простору у викопіюваннях необхідно відобразити всі нерухомі об'єкти, мінімальні допустимі відстані до яких визначають траєкторію та напрям переміщення вантажів або можуть використовуватися як орієнтири (існуючі та раніше змонтовані конструкції тощо). Також у схемах повинні бути наведені всі положення вантажів і кранів із прив'язкою розмірів до стаціонарних елементів, а за потреби — вказівки щодо тимчасового демонтажу та подальшого відновлення окремих конструктивних елементів.

3. При монтажі конструкцій або елементів у стиснених умовах у викопіюваннях додатково необхідно зазначити обмеження щодо використання вантажопідіймальних кранів, зокрема допустимі кути повороту стріли та платформи, а також граничні висоти підйому.

4. В особливо складних умовах монтажу, коли залучення одного або кількох сигнальників є недостатнім для гарантування безпечного виконання робіт (наприклад, при роботі в обмеженому просторі або під час одночасного підйому й переміщення вантажів), машиністів кранів і сигнальників необхідно забезпечити засобами двостороннього радіозв'язку.

5. Перед встановленням крана слід обов'язково перевірити несучу здатність, поздовжній і поперечний ухили, а також рівність ґрунтової основи монтажного майданчика у випадках, якщо такі перевірки не були виконані раніше під час оформлення акта здачі основи відповідно до вимог нормативних документів.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умови використання запобіжного пояса або за умови перебування працівника всередині металоконструкції стріли з опиранням на сходи.

Вимоги безпеки до установки стрілового гусеничного крану на майданчику

1. Кран необхідно встановити і переміщати на будмайданчику і під'їзних шляхах, основа яких відповідає вимогам розділу 3 норм ВСН 274-88 [5], додаток 1 та відповідно інструкції заводу-виготовлювача. Відповідальність за правильну установку крану покладається на особу, відповідальну за безпечне проведення робіт з переміщення вантажів краном. Якщо під час приймання майданчика встановлено відповідність його основи вищевказаним вимогам, то визначати міцність ґрунту і проводити інші заходи з підготовки основи перед кожною установкою крана необов'язково, крім випадків, викладених в ДБН А.3.2-2-2009 [51].

2. При несприятливих погодних умовах напередодні або під час роботи крану (зливові дощі, сильний снігопад і т.д.), що можуть призвести до зниження міцності основи майданчика, слід провести заходи з підготовки основи і перш за все переконатися в достатності її міцності для установки крану. Число місць визначення міцності ґрунтів, що є основою на майданчику стояння крану, допустимо зменшити в 2 - 3 рази.

3. При недостатній міцності ґрунтової основи ґрунт необхідно ущільнити або застосувати підстилаючі пристрою (елементи). При використанні в якості підстилаючих пристроїв рублених щитів останні повинні мати наскрізні болтові з'єднання, що з'єднують колоди в єдине ціле. При використанні під опору двох і більше подстилаючих пристроїв останні повинні бути впритул покладені один до одного. Укладати пристрої що підстеляються, необхідно горизонтально для забезпечення прямого кута між віссю циліндра виносної опори і опорною плитою.

4. Забороняється встановлювати будь-які опорні пристосування під балками виносних опор усередині майданчика, обмеженою опорними плитами виносних опор.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Кут нахилу крана, який визначається як сума кутів нахилу майданчики і кута просідання основи, яке викликане нерівномірною деформацією ґрунту основи під краном, не повинен перевищувати значення 1% (0,6 град), яке зазначене в паспорті і інструкції заводу-виготовлювача крану.

6. Кут нахилу крана повинен бути визначений особисто особою, відповідальною за безпечне проведення робіт з переміщення вантажів краном, або ким-небудь за його вказівкою до установки крана на майданчику; при невідповідності його, тобто величини кута, нормі 1% (0,6 град), основу майданчика необхідно відповідним чином підготувати, тобто вирівняти та додатково ущільнити.

7. Розрахункові значення найбільших кутів основи для глинистих (глина, суглинок) ґрунтів основних типорозмірів гусеничних кранів зі стріловим і баштово-стріловим обладнанням при максимальному напруженні і модулі деформації ґрунту 10 МПа (що приблизно відповідає міцності ґрунту 0,5 - 0,6 МПа). Кути осідання для будь-яких інших значень навантаження на крани і модуля деформації визначають виходячи з того, що між зазначеними трьома параметрами має місце пропорційна залежність: кут осідання збільшується при збільшенні навантаження і зменшення модуля деформації. Для гусеничного крану марки КС-8165 з довжиною стріли $L=45$ м і маневровим гусаком $l=30$ м максимальний кут нахилу основи після її просідання буде становити $i=0,4...0,5$ град. Для гусеничного крану марки МКГ-25 з довжиною стріли $L=28,5$ м і маневровим гусаком $l=15$ м максимальний кут нахилу основи після її просідання буде становити $i=0,4$ град.

8. Особливо ретельно слід контролювати значення кутів осідання основи, нахилу майданчика стояння крану, міцності ґрунту при експлуатації крана з БСО і довгими стрілами а також при установці крана для роботи у відносно складних умовах, що характеризуються виконанням наступних операцій:

						2мБП. ПЗ 12176612	Арк
							95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

інструкції заводу-виготовлювача технології монтажу (демонтажу) і правил техніки безпеки, кваліфікована бригада робітників, попередньо ознайомена з інструкцією по монтажу і має допуск до роботи на висоті. Монтаж та демонтажем великовантажних кранів (вантажопідйомністю 100 т і вище) повинна керувати особа, відповідальна за справний стан крану.

13. Монтувати кран можна тільки на горизонтально-спланованому, рівному майданчику, який виключає перекис машини при її складанні: ухил не повинен перевищувати значення $i=1^\circ$, міцність ґрунту повинна бути не менше 0,6 - 1,0 МПа, як для кранів вантажопідйомністю 100 т і вище, до яких відноситься стріловий гусеничний кран КС-8165. Металеві конструкції крана необхідно укладати на дерев'яні підкладки, щоб уникнути пошкоджень або деформацій, які можуть виникнути при їх закріпленні безпосередньо на ґрунт.

14. Монтаж і демонтаж крана дозволяється виконувати, як правило, тільки в світлий час доби. Вночі зазначені операції дозволяється проводити тільки при необхідності усунення наслідків аварії або при інших аналогічних ситуаціях; при цьому горизонтальна і вертикальна освітленість майданчика повинна бути не менше 25 лк.

15. Виконувати монтаж (демонтаж) крана при температурі нижче мінус 20° і вітрі силою понад 5 балів для крану з подовженими стрілами і БСО забороняється.

16. При монтажі (демонтажі) крану проводити на монтажному майданчику, які б то не було роботи, що не відносяться до даного процесу, забороняється.

17. Всі відповідальні з'єднання, стан металоконструкцій, надійність гальм, правильність запасування канатів, схеми і з'єднання електропроводки, збереження зварних і болтових з'єднань і т.п. необхідно, як правило, перевіряти на монтажному майданчику до підйому робочого обладнання крана в робоче положення.

18. При складанні основних конструкцій, різних пристосувань або допоміжних елементів необхідно з'єднувати і закріплювати їх повним

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплексом кріпильних деталей. Тимчасове з'єднання, що не забезпечує нормальної стійкості і міцності конструкції відповідно до технічних умов на монтажі, забороняється;

19. При монтажі або демонтажі стріли, який пов'язаний з її подовженням (укороченням), забороняється ходити, працювати під стрілою або притулятися до неї; при необхідності видалення пальців, що з'єднують секції стріли, слід користуватися жорсткими стрижнями потрібної довжини. Забороняється піднімати зібрану стрілу до установки всіх пальців. До підйому зібраної стріли слід ще раз визначити силу вітру і переконатися, що вона не перевищує допустиму.

20. При переміщенні гусеничного крану КС-8165 своїм ходом покриття дороги повинно відповідати вимогам проїзду по ній машин з гусеничним ходом вантажопідйомністю вище 100 т. Міцність ґрунтової основи, в МПа, для кранів даної категорії повинна становити 0,5 - 1,0 МПа, а ширина проїжджої частини доріг відповідно не менше $b=6$ м.

Дозволяється проїзд крану по дорозі із залізобетонну, бетону чи дорогам, основа яких викладена бруківкою, залізобетонними плитами і т.п. По асфальтованому покриттю доріг проїзд крану вантажопідйомністю понад 25 т забороняється: необхідно вжити спеціальних заходів – виконати улаштування додаткового штучного шару ґрунту, який необхідно підсипати із піску, дрібного щебеню і т.д.), чи застосовувати штучні підстилають пристрої (шари), наприклад, із збірних дорожніх залізобетонних плит і т.д.

21. Монтажні майданчики для гусеничних самохідних кранів КС-8165 і МКГ-25 та під'їзні шляхи до них, що відображені на аркуші 1 додатку А, необхідно обладнати настилами із залізобетонних дорожніх плит товщиною $t=140...220$ мм на щебеневій основі з мінімальною товщиною $t=200...250$ мм. даної категорії повинна становити 0,5 - 1,0 МПа, а ширина проїжджої частини доріг відповідно не менше $b=6$ м.

Дозволяється проїзд крану по дорозі із залізобетонну, бетону чи дорогам, основа яких викладена бруківкою, залізобетонними плитами і т.п. По

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

асфальтованому покриттю доріг проїзд крана вантажопідйомністю понад 25 т забороняється: необхідно взяти спеціальних заходів – виконати улаштування додаткового штучного шару ґрунту, який необхідно підсипати із піску, дрібного щебеню і т.д.), чи застосовувати штучні підстилають пристрої (шари), наприклад, із збірних дорожніх залізобетонних плит і т.д.

21. Монтажні майданчики для гусеничних самохідних кранів КС-8165 і МКГ-25 та під'їзні шляхи до них, що відображені на аркуші 1, необхідно обладнати настилами із залізобетонних дорожніх плит товщиною $t=140\dots220$ мм на щебеневій основі з мінімальною товщиною $t=200\dots250$ мм.

Вимоги до засобів забезпечення безпечної експлуатації стрілових гусеничних кранів марок КС-8165 та МКГ-25

1. Безпечне використання крана під час підймання та переміщення елементів і конструкцій споруди виробничої вежі, що монтується, забезпечується наявністю, справним технічним станом і правильним застосуванням відповідних приладів та пристроїв безпеки, які встановлюються безпосередньо на крані або розміщуються поза ним.

2. Встановлений в кабіні крана показник кута нахилу повинен забезпечувати контроль не менше двох значень кута, в тому числі найбільшого, зазначеного в паспорті крана або в інструкції заводу-виробника.

3. Під час підймання та переміщення важких або великогабаритних конструкцій необхідно здійснювати постійний контроль кута відхилення вантажних канатів від площини підйому. Такий контроль може виконуватися як за допомогою пристроїв, встановлених на крані, так і за допомогою вимірювальних або контрольних засобів, розміщених поза краном.

4. Безпечне виконання підймання та переміщення конструкцій краном, обладнаним додатковим маневровим гуськом, повинно забезпечуватися застосуванням анемометра для контролю швидкості вітру.

5. При експлуатації крана з баштово-стріловим обладнанням безпека підймання і переміщення конструкцій повинна гарантуватися засобами

контролю вильоту маневрового гуська, які можуть бути встановлені на крані або використовуватися у вигляді зовнішніх вимірювальних засобів.

6. Для запобігання небезпечним режимам роботи під час підймання та переміщення важких і великогабаритних елементів необхідно застосовувати обмежувачі та покажчики повороту поворотної платформи відносно ходової частини крана, які можуть бути встановлені як на машині, так і поза нею.

7. Орієнтація крана в горизонтальній площині повинна забезпечуватися засобами його прив'язки до визначених у проєкті точок стояння на місцевості, що обмежують робочі зони крана. Для цього можуть застосовуватися як прилади, змонтовані на крані, так і зовнішні орієнтири, зокрема огороження, позначки, покажчики, репери та інші аналогічні елементи.

8. Під час роботи крана в зоні повітряних ліній електропередачі безпека повинна забезпечуватися спеціальними приладами та пристроями, встановленими на крані, зокрема засобами звукового попередження про небезпечне наближення стріли до проводів, що перебувають під напругою, а також зовнішніми огороженнями, попереджувальними покажчиками та іншими захисними засобами.

9. При експлуатації кранів на ґрунтових основах необхідно забезпечити контроль міцності ґрунту та рівності поверхні основи за допомогою відповідних технічних і організаційних заходів, що гарантують стійке та безпечне положення крана під час роботи.

Технологія безпечного виконання вантажопідймальним краном на автомобільному шасі монтажних та розвантажувально-навантажувальних робіт.

1. Підготувати місце улаштування чи складування вантажу, перевірити наявність підкладок, відповідність стелажів вантажу, наявність вільних проходів до місця укладки вантажу. Підігнати автомобіль на вантажно-розвантажувальну площадку. Роздивитись та застропить вантаж у відповідності з його видом та вагою. Закріпити відтяжки. Підняти вантаж і

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

2. До обслуговування електроустановок і машин з електричним приводом допускаються працівники віком від 18 років, які пройшли попередній та періодичні медичні огляди, мають кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III, а також пройшли відповідний інструктаж і перевірку знань з питань електробезпеки у встановленому порядку.

3. Працівники, залучені до виконання будівельно-монтажних робіт, повинні бути навчені безпечним способам припинення дії електричного струму на людину та навичкам надання першої домедичної допомоги у разі ураження електричним струмом.

4. Обов'язки щодо забезпечення безпечного виконання робіт із застосуванням електрообладнання покладаються на виконавця робіт.

5. Монтажні та ремонтні роботи на тимчасових електричних мережах і будівельних електроустановках дозволяється виконувати лише після повного знеструмлення обладнання та вжиття всіх необхідних заходів, що гарантують безпеку персоналу.

6. Вимикачі, рубильники та інші елементи електрообладнання, які експлуатуються на будівельному майданчику, повинні мати захисне виконання, що унеможливило випадковий контакт із струмопровідними частинами.

7. Струмопровідні частини будівельного електрообладнання мають бути надійно ізолювані, огорожені та розміщені в місцях, недоступних для дотику.

8. Зовнішні лінії тимчасового електропостачання необхідно виконувати виключно ізолюваними проводами та прокладати їх на висоті від рівня землі не менше:

- 2,5 м — над робочими зонами;
- 3,5 м — над пішохідними проходами;
- 6,0 м — над транспортними проїздами.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

9. Працівники, які здійснюють обслуговування будівельних електроустановок, зобов'язані використовувати відповідні засоби індивідуального захисту, зокрема діелектричні рукавиці та захисне взуття.

10. Роботи з ремонту, налагодження та випробування будівельних електроустановок повинні виконуватися виключно електротехнічним персоналом підрядної організації.

Пожежна безпека. Загальні вимоги.

1. Пожежна безпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимогами:

- НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні [63];
- ДБНА.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві [51];
- ПУЕ "Правила улаштування електроустановок" [64];
- НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок [65];
- ПТЕЕС "Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів"[66];
- НПАОП 40.1-1.21-98 Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів [60];
- ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва [67].

2. Відповідальність за протипожежний стан на робочих ділянках, наявність і справність засобів пожежогасіння, а також за своєчасне виконання передбачених проектом заходів пожежної безпеки покладається на керівників робіт, які пройшли спеціальне навчання з пожежно-технічного мінімуму. За пожежну безпеку побутових, допоміжних і підсобних приміщень відповідають виконавці робіт, у підпорядкуванні яких перебувають зазначені приміщення.

3. Працівник, призначений відповідальним за пожежну безпеку, зобов'язаний:

- здійснювати щозмінну перевірку наявності та справності засобів пожежогасіння на робочих місцях, а після завершення зміни оглядати зони

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

виконання робіт і місця зберігання матеріалів, забезпечуючи умови, що унеможливають виникнення пожежі;

- контролювати дотримання встановленого протипожежного режиму всіма працівниками на підпорядкованих йому ділянках;
- володіти інформацією про пожежну небезпеку своєї виробничої зони;
- своєчасно та якісно реалізовувати заплановані протипожежні заходи, передбачені проєктними рішеннями;
- негайно вживати заходів щодо усунення виявлених несправностей і порушень, які можуть призвести до займання;
- не допускати виконання будівельно-монтажних робіт за відсутності необхідних засобів пожежогасіння або при виявленні порушень пожежної безпеки;
- забезпечувати постійну готовність засобів пожежогасіння та організувати навчання персоналу правилам їх застосування.

4. Керівники робіт зобов'язані:

- організувати вивчення та контроль виконання вимог пожежної безпеки на об'єктах будівництва;
- забезпечити проведення з працівниками спеціального навчання, інструктажів і перевірки знань з питань пожежної безпеки;
- встановити на об'єктах порядок куріння, проведення вогневих і пожежонебезпечних робіт, а також правила прибирання, вивезення та утилізації горючих відходів;
- ознайомлювати персонал з пожежною небезпекою окремих видів робіт, застосовуваних матеріалів, конструкцій і речовин;
- своєчасно забезпечувати об'єкт пожежним інвентарем, засобами зв'язку, попереджувальними знаками та первинними засобами пожежогасіння;
- утримувати в справному стані та постійній готовності системи пожежогасіння, сигналізації та зв'язку;

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- не допускати виконання робіт у разі відсутності протипожежного водопостачання, під'їзних шляхів або зв'язку;
- призначати відповідальних осіб за пожежний стан окремих ділянок та справність інженерних протипожежних систем;
- не розпочинати виконання будівельно-монтажних робіт за документацією, яка не пройшла попередню перевірку на відповідність вимогам пожежної безпеки.

5. Під'їзні дороги, проїзди та проходи до будівель, пожежного інвентарю і засобів пожежогасіння повинні постійно утримуватися вільними та придатними для використання. У зимовий період вони підлягають регулярному очищенню від снігу. Доступ до об'єкта має бути забезпечений у будь-який час. Майданчики складування матеріалів необхідно підтримувати в чистоті та систематично очищати від сміття і виробничих відходів.

6. Горючі будівельні відходи (обрізки деревини, тріска, стружка тощо) підлягають щоденному прибиранню з місць виконання робіт і будівельного майданчика з подальшим вивезенням у спеціально відведені зони.

7. Керівництво підрядної організації зобов'язане своєчасно реагувати на факти порушення встановленого протипожежного режиму з боку виконавців робіт та інших працівників, застосовуючи організаційні й дисциплінарні заходи.

8. У разі виявлення порушень вимог пожежної безпеки всі будівельно-монтажні роботи підлягають негайному припиненню до повного усунення недоліків.

9. На будівельному майданчику необхідно встановити протипожежний щит, укомплектований засобами пожежогасіння у такому складі:

- вогнегасники — 3 шт.;
- ящик з піском — 1 шт.;

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2×2 м — 1 шт.;
- багри — 3 шт.;
- лопати — 2 шт.;
- ломи — 2 шт.;
- сокири — 2 шт.

Ящик для піску повинен мати місткість 0,5 або 1,0 м³ і бути укомплектований совковою лопатою. Протипожежні щити підлягають фарбуванню у встановлені сигнальні кольори.

10. Ділянки виконання робіт повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння з урахуванням таких норм:

- на кожні 200 м² площі підлоги — один вогнегасник (два — при площі понад 200 м²), бочка з водою та ящик з піском;
- на кожні 20 м довжини риштування на поверхах — один вогнегасник (але не менше двох на поверх), а на кожні 100 м риштування — бочка з водою;
- на кожні 200 м² покриттів з горючими утеплювачами або покрівельними матеріалами — один вогнегасник, бочка з водою та ящик з піском.

Застосовуються порошкові вогнегасники місткістю 5 кг, бочки з водою об'ємом не менше 0,2 м³, укомплектовані пожежними відрами місткістю не менше 0,008 м³, а також ящики для піску об'ємом 0,5 або 1,0 м³. Первинні засоби пожежогасіння повинні переміщуватися разом із фронтом робіт по захватках.

Вказівки щодо пожежної безпеки на будівельному майданчику.

1. Розпорядчим документом по підприємству необхідно призначити з числа інженерно-технічних працівників відповідальну особу за забезпечення пожежної безпеки в кожній робочій зміні.

2. У межах побутового містечка відповідно до рішень будівельного генерального плану слід передбачити встановлення протипожежного щита з

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інвентарем, ящика з піском, ємності з водою, а також обладнати спеціально відведене та позначене місце для куріння.

3. Лакофарбові, ізоляційні, оздоблювальні та інші матеріали, що можуть виділяти вибухо- та пожежонебезпечні речовини, дозволяється зберігати безпосередньо на робочих місцях лише в обсягах, що не перевищують добову (змінну) потребу.

4. Забороняється розпалювання відкритого вогню та куріння на відстані менше ніж 50 м від місць зберігання або застосування легкозаймистих і горючих матеріалів.

5. Під'їзди, проходи та підходи до засобів пожежогасіння повинні постійно утримуватися вільними; їх захаращення матеріалами, обладнанням або відходами не допускається.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

ВИСНОВОК

У магістерській роботі розглянуто питання організації та технології виконання будівельно-монтажних робіт із застосуванням сумісної роботи вантажопідіймальних кранів під час зведення каркасної виробничої вежі. Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності монтажних процесів, скорочення строків будівництва та забезпечення безпечних умов праці в умовах обмеженого будівельного майданчика.

У ході виконання роботи проаналізовано основні вимоги до організації багатокранових монтажних схем, виконано вибір вантажопідіймальної техніки та обґрунтовано доцільність застосування суміжної роботи кранів. Запропоновані технологічні рішення дозволяють раціонально організувати монтаж конструкцій, зменшити простой техніки та забезпечити чітку взаємодію між учасниками будівельного процесу.

Особливу увагу приділено питанням охорони праці, електробезпеки та пожежної безпеки. Запропонований комплекс організаційних і технічних заходів спрямований на зниження виробничих ризиків під час виконання робіт на висоті, при експлуатації вантажопідіймальних механізмів і тимчасових електромереж, а також на запобігання виникненню пожеж на будівельному майданчику.

У цілому результати роботи показують, що застосування сумісної роботи вантажопідіймальних кранів при зведенні каркасних споруд є доцільним та ефективним. Запропоновані рішення можуть бути використані на практиці при організації будівельних робіт на подібних об'єктах та враховані при розробленні проєктів організації будівництва і проєктів виконання робіт.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., Schmitt, R. L., & Shapira, A. Construction Planning, Equipment, and Methods. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.
2. ISO 12480-1:2024. Cranes — Safe use — Part 1: General. Geneva: International Organization for Standardization, 2024.
3. Al-Hattab, M., Zankoul, E., & Hamzeh, F. Optimizing joint operation of two tower cranes through look-ahead planning and process simulation. Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Oslo, 2014. P. 535–546.
4. Huang, C., Li, W., Lu, W., Xue, F., Liu, M., & Liu, Z. Optimization of multiple-crane service schedules in overlapping areas through consideration of transportation efficiency and operational safety. Automation in Construction. 2021. Vol. 127. Article 103716.
5. Wu, K., García de Soto, B., & Zhang, F. Spatio-temporal planning for tower cranes in construction projects with simulated annealing. Automation in Construction. 2020. Vol. 118. Article 103222.
6. Yin, X., Li, H., Zhang, J., & Wang, Y. Service scheduling optimization for multiple tower cranes considering the interval time of the cross-tasks. Mathematical Biosciences and Engineering. 2023. Vol. 20(3). P. 4879–4899.
7. ISO 12480-1:2012. Cranes — Safe use — Part 1: General. Geneva: International Organization for Standardization, 2012.
8. FEM (European Materials Handling Federation). Lifting of loads with several cranes. FEM Guidance Paper. Brussels, 2016.
9. Al-Hattab, M. The impact of overlapping areas on the operational flexibility of tower cranes. Lean Construction Journal. 2018. P. 67–81.
10. Wu, K. Spatiotemporal modeling of lifting task scheduling for tower cranes. Frontiers in Built Environment. 2020. Vol. 6. Article 577.

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ (ПРОДОВЖЕННЯ)

22. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Safe use of lifting equipment on construction sites. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010.
23. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Cranes and Derricks in Construction. 29 CFR Part 1926, Subpart CC. Washington, DC: U.S. Department of Labor, 2013.
24. Shahnavaз F. et al. Multi-crane lift simulation using BIM. *Automation in Construction*, 2020.
25. Shapira A., Goldenberg M. Crane selection and location in construction sites. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2005.
26. Huang C., Xue F., Lu W. Mixed-integer programming for crane layout and operation. *Automation in Construction*, 2020.
27. Kayhani N. et al. Heavy mobile crane lift path planning in congested modular plants. *Automation in Construction*, 2021.
28. Han S.H. et al. 4D-based automation of heavy lift planning. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 2021.
29. Mousaei A., Taghaddos H., Hermann U. Automated crane lift planning for modular construction. SSRN, 2025.
30. Kulakowski B.T., Vassigh S. *Steel Structures: Design and Behavior*. Pearson, 2014.
31. Lawton T., Sacks R. Modular construction and crane utilization. *Automation in Construction*, 2022.
32. Zhang J., Li H. 4D conflict detection for crane operations. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2021.
33. Kim K., Cho Y.K. Graph-based planning of crane lifting operations. *Automation in Construction*, 2019.
34. Hermann U., Taghaddos H., Mousaei A. Automated lift planning in industrial modular construction. *Automation in Construction*, 2023.

					2МБП. ПЗ 12176612	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		114

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ (ПРОДОВЖЕННЯ)

45. НПАОП 0.00-1.71-13 Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. — Київ: Державна служба України з питань праці, 2013.
46. НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. — Київ: Державна служба України з питань праці, 2007.
47. ДСТУ Б В.2.8-44:2011 «Майданчики та драбини для будівельно-монтажних робіт. Загальні технічні умови»
48. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила безпеки під час роботи вантажопідіймальних кранів. — Київ: Державна служба України з питань праці.
49. ДСТУ Б В.2.8-10-98 «Стропи вантажні. Технічні умови»
50. ДСТУ 2890-94 «Тара і транспортування. Терміни та визначення»
51. ДБН А.3.2-2-2009
52. НПАОП 40.1-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів»
53. ДСТУ EN 361 «ДСТУ EN 361:2017 Індивідуальне спорядження для захисту від падіння з висоти. Спорядження для всього тіла »
54. ДСТУ EN 353-1:2019 Індивідуальне спорядження для захисту від падіння. Пристрої зупинення падіння спрямованого типу на лінії кріплення. Частина 1. Пристрої зупинення падіння спрямованого типу на твердій лінії. — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
55. ДСТУ EN 353-2 ДСТУ EN 353-2:2006 Індивідуальне спорядження для захисту від падіння з висоти. Частина 2. Пристрої зупинення падіння спрямованого типу на гнучкій лінії кріплення
56. ДСТУ Б В.2.8-47:2011 «Риштовання стоякові приставні для будівельно-монтажних робіт. Технічні умови»
57. ДСТУ Б В.2.8-39:2011 «Засоби підмощування. Загальні технічні умови»

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ (ПРОДОВЖЕННЯ)

58. ДСТУ Б В.2.8-45:2011 «Підмости пересувні збірно-розбірні. Технічні умови»
59. НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»
60. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»
61. СНіП 3.05.06-85 «Електротехнічні пристрої»
62. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Будівництво. Електробезпечність. — Київ: Держспоживстандарт України, 2011.
63. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. — Київ: Міністерство внутрішніх справ України, 2014.
64. ПУЕ "Правила улаштування електроустановок"
65. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок
66. ПТЕЕС “Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів”
67. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. — Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.

					2мБП. ПЗ 12176612	Арк
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		