

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Т.в.о. завідувач кафедри

Пилипенко О. І.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Кваліфікаційна магістрська робота  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ  
“МАГІСТР”**

Тема: Основи реконструкції вертодромов

Виконавець: Нікіфорчук Ганна Сергіївна

Керівник: проф. Першаков Валерій Миколайович \_

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

1. Першаков В.М.

2.Першаков В.М.

3. Першаков В.М.

4. Талах С.М.

5. Пилипенко О.І.

6.Пилипенко О.І.

7.Пилипенко О.І.

8.Гулівець В.Д.

9.Гай А.Є.

10.Степура В. С.

Нормоконтролер: Пилипенко Олександр Іванович

Київ 2020

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну  
Кафедра реконструкції аеропортів та автошляхів  
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Спеціалізація «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувач кафедри

Пилипенко О. І.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської дипломної роботи

Нікіфорчук Ганна Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи Основи реконструкції вертодромов  
затверджена наказом ректора №2572/ст. від 02 листопада 2020 р.
2. Термін виконання роботи (проекту): з 04 жовтня 2020 р. по 24 грудня 2020 р.
3. Вихідні дані до роботи: прийняті згідно з матеріалами зібрані під час проходження переддипломної практики.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, вихідні дані, наукова частина, генплан вертодрому, вертикальне планування, конструктивна частина вертодрому, система водовідведення, технологія виконання будівельних робіт, організація будівництва, охорона навколишнього середовища, економічна частина, охорона праці, висновки, список використаних джерел.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: генеральний план вертодрому, поздовжній і поперечний профілі вертодрому, розрахункові схеми ґрунтового півпростору, результати досліджень, вертикальне планування, конструкції покриттів вертодрому, система водовідведення, технологія будівництва, організація будівництва.
6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Вступ	04.10.20	
2	Наукова частина	05.11.20	
3	Генеральний план вертодрому	12.11.20	
4	Вертикальне планування вертодромів	19.11.20	
5	Конструкція покриттів вертодрому	26.11.20	
6	Організація будівництва	26.11.20	
7	Технологія виконання будівельних робіт	03.12.20	
8	Охорона праці	10.12.20	
9	Охорона навколишнього середовища	10.12.20	
10	Економічна частина	17.12.20	
11	Висновок	17.12.20	
12	Спиток використаної літератури	17.12.20	
13	Виконання графічної частини дипломної роботи	01.11.20- 21.12.20	
14	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини дипломного проекту. Отримання рецензії, відгуку керівника. Захист дипломного проекту.	17.12.20- 22.12.20	

#### 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Наукова частина	Проф. Першаков В.М.		
Ген. план вертодрому	Проф. Першаков В.М.		
Вертикальне планування	Т.в.о. зав.каф. Пилипенко О.І.		
Конструктивна частина вертодрому	Т.в.о. зав.каф. Пилипенко О.І.		
Технологія виконання будівельних робіт	Доц. Талах С.М.		
Організація будівництва	Проф. Першаков В.М.		
Охорона навкол. середовища	Гай А.Є.		
Охорона праці	Доц. Гулівець В.Д.		
Економічна частина	Доц. Степура В.С.		

Завдання отримані від консультантів за розділами

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Завдання
Наукова частина	Проф. Першаков В.М.	
Генеральний план вертодрому	Проф. Першаков В.М.	
Вертикальне планування	Т.в.о. зав.каф. Пилипенко О.І.	
Конструкція покриттів вертодрому	Т.в.о. зав.каф. Пилипенко О.І.	
Система водовідведення	Доц. Талах С.М.	
Технологія виконання будівельних робіт	Т.в.о. зав.каф. Пилипенко О.І.	
Організація будівельних робіт	Т.в.о. зав.каф. Пилипенко О.І.	
Економічна частина	Доц. Степура В.С.	
Охорона праці	Доц. Гуливець В.Д.	
Охорона навколишнього середовища	Гай А.Є.	

9. Дата видачі завдання: “ 04 ”, жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_ Першаков В.М.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Нікіфорчук Г.С.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Основи реконструкції вертодромов»:

**ВЕРТОЛІТНА ПЛОЩАДКА, ПОВІТРЯНІ ПІДХОДИ, СКІНЧЕННИЙ ЕЛЕМЕНТ, ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПІЗНАВАЛЬНЕ МАРКУВАННЯ, СВІТЛОСИГНАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ.**

*Об'єкт дослідження* – вертолітний майданчик на рівні земної поверхні. *Предмет дослідження* – розрахунок багат шарової конструкції покриття вертолітного майданчика за нормативною методикою та із використанням програмних комплексів ЛИРА та FEAFAA.

*Мета* даної дипломної роботи – виявлення особливостей основ реконструкції вертодромів із залученням сучасних методів розрахунку основних конструктивних елементів.

*Метод дослідження* – чисельне моделювання плити вертолітного майданчика на рівні земної поверхні.

Встановлено, що проектування вертолітної площадки з використанням сучасного науково-дослідного апарату має значні переваги перед традиційним інженерним методом розрахунку. Існуючі методи розрахунку мають низку недоліків, які не дозволяють всебічно враховувати конструктивні особливості вертольотів.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності фахівців інженерно-будівельних конструкторських бюро.

Результати даного дослідження вірогідно будуть мати розвиток і в майбутньому знайдуть своє застосування у профільних проектних організаціях, а також при створенні вітчизняної нормативної документації.

## Зміст

### 2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Цементобетонні покриття аеродромів (вертодромів)

2.2. Моделювання одношарового покриття в ПК ЛИРА САПР

2.3. Моделювання одношарового покриття в FEAFAA

### 2.4. Розрахунок цементобетонного покриття

### 3. ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН ВЕРТОДРОМІВ

3.1. Фізичні характеристики об'єкту

3.2. Площини обмеження перешкод

3.3. Вітрове завантаження

### 4. ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ВЕРТОДРОМІВ

4.1. Вертикальне планування

4.2. Нормативні вимоги

### 5. КОНСТРУКЦІЯ ПОКРИТТІВ ВЕРТОДРОМІВ

5.1. Загальні відомості конструкцій

5.2. Переваги використання матеріалів ТЕХНОНІКОЛЬ

5.3. Використання пінополістиролу в якості основи покриття

### 6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

6.1. Загальні положення маркування вертолітного майданчика

6.2. Вітровказівник

6.3. Освітлення вертолітного майданчика

6.4. Технологія будівництва покриття вертолітного майданчика та місць стоянок

6.5. Склад робіт при реконструкції вертолітного майданчика

## 7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

7.1. Влаштування водовідвідних каналів

7.2. Земляні роботи

7.3. Пристрій підстави з щебню

7.4. Штучні покриття

7.5. Потреба в робочих кадрах

## 8. ОХОРОНА ПРАЦІ

8.1. Загальні положення

8.2. Небезпечні та шкідливі фактори

8.3. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

8.4. Технічні та організаційні заходи по зниженню рівня дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів

8.5. Забезпечення вибухової та пожежної безпеки при будівництві вертолітної площадки

## 9. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

9.1. Загальні відомості

9.2. Екологічний аспект будівництва транспортної розв'язки

## 10. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

10.1. Обґрунтування обсягів будівельно-монтажних робіт

10.2. Потреба в основних будівельних матеріалах

10.3. Техніко-економічні показники

10.4. Порядок складання та склад кошторисної документації

10.5. Порядок складання локальних кошторисів

10.6. Складання зведеного кошторису

## 11. ВИСНОВКИ

12. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

13. ДОДАТОК А



## Вступ

Розвиток сучасної держави неможливий без розвитку та постійного удосконалення транспортної системи. Пріоритетне значення в цьому питанні віддається повітряному транспорту. За часів СРСР пасажирські авіап перевезення між населеними пунктами були загальнодоступними. У багатьох віддалених селищах можна було купувати квитки, щоб злітати в найближче місто. На початку 50-х років в сільському господарстві для перевезення різноманітних вантажів та пасажирів у важкодоступні місця, почали використовувати вертольоти різних типів (Ми-1, Ми-2, Ми-4, Ка-15, Ка-18), дещо пізніше в експлуатацію надійшли вертольоти Ми-6, Ми-8, Ми-10, Ка-26.

З розвалом СРСР ситуація докорінно змінилася: економічний колапс спричинив за собою розвал галузей, які завжди були гордістю країни. Цивільна авіація не стала винятком. Закриття аеродромів, учбових закладів, старіння авіаційного парку, відсутність прозорих правил державного регулювання – проблеми, наслідки яких відчуються досі.

Якщо економічна криза негативно позначилася на цивільній авіації в цілому, то сектор малої авіації практично припинив своє існування. Недосконала правова база, відсутність фінансових ресурсів і технічних можливостей на кілька років зробили проблематичним виконання завдань, традиційних для малої авіації: інженерне патрулювання, геологічна розвідка, авіахімроботи та пасажирські перевезення на малі відстані.

Але з початком економічного зростання ситуація почала змінюватися. Вертолітні перевезення займають в комерційній авіації особливе місце. Маневреність, невелика посадкова площа і здатність в потрібні моменти обходитися без аеродрому дозволяють вертольотам вирішувати задачі, недоступні для інших видів повітряного транспорту.

На даний момент у всьому світі вертолітні перевезення є невід'ємною частиною ділової авіації (особливо це стосується мегаполісів). На жаль в нашій країні (як і в інших країнах колишнього СРСР) цей напрямок перевезень ще недостатньо розвинений – основною причиною цього є заборона на польоти над мегаполісами, відсутність достатньої кількості вертодромів, відсутність сучасної нормативної документації, яка б враховувала конструктивні особливості сучасних типів вертольотів, недостатня кількість повітряних суден потрібного типу.

В останні роки в питанні вертолітних перевезень намітився суттєвий прогрес і об'єм перевезень збільшується щорічно. Стосовно України слід відзначити, що авіакомпанія Utair-Ukraine (U-Tair – найбільша в світі авіакомпанія за розміром вертолітного флоту, експлуатується понад 300 вертольотів різни моделей) планує активно розвивати вертолітний бізнес в нашій країні починаючи з 2013 року. Звісно, в першу чергу будуть збудовані вертодроми в найбільших містах (для вирішення транспортної проблеми мегаполісів), а замовниками будуть виступати корпоративний сектор, не виключена можливість здійснення екскурсійних польотів, транспортних та ін.

На сьогоднішній день навіть в столиці України було збудовано лише один сучасний вертолітний майданчик – «Дніпро-1», відкриття якого відбулося 6 червня 2012 року. Втім, як відзначає головний архітектор столиці Сергій Ціловальник Києву потрібно як мінімум 19 вертолітних майданчиків розташованих таким чином, щоб знизити транспортне завантаження автомобільних доріг та надати можливість евакуації населення у випадку надзвичайної ситуації.

Враховуючи великий інтерес компанії Utair-Ukraine до ринку вертолітних перевезень в нашій країні та офіційні заяви посадових осіб нашої країни в найближчому майбутньому слід очікувати різкого зростання вертолітних перевезень. Слід відзначити, що в нашій країні для проектування покриттів

аеродромів та вертодромів досі використовується норматив прийнятий в 1985 році. Вихід на регулярні авіалінії важких та надважких повітряних пасажирських та вантажних суден обумовлює нагальну потребу в перегляді та удосконаленні існуючої методики розрахунку покриттів, перегляду концепції роботи одно- та багат шарових жорстких покриттів, підвищення надійності основних споруд аеродромів та вертодромів.

## Розділ II

### Наукова частина

#### 2.1. Цементобетонні покриття аеродромів (вертодромів)

Із моменту підйому першого вертольота у повітря (вертоліт братів Бреге та професора Рише) пройшло вже більше 100 років, але початок практичного вертолітобудування слід віднести до 40-х років ХХ ст. Перші цементобетонні покриття на аеродромах були збудовані ще в 20-з 30-х роках минулого сторіччя, тоді ніякого розрахунку на міцність не виконувалося, а їх товщина призначалася виходячи із міркувань здорового глузду, покриття вертодромів також на міцність не розраховувалося.

До початка 50-х рр. удосконалення покриттів йшло за шляхом поступового збільшення їх товщини, на цьому етапі розвитку слід відзначити роботи В. М. Безрука, К. А. Князюка, І. А. Меднікова. Наступний бурхливий розвиток теорії розрахунку покриттів був обумовлений, в перш чергу, появою на авіалініях важких літаків, не було окремої методики розрахунку покриттів під вертолітні навантаження оскільки, на той момент, цей вид повітряного транспорту ще не був достатньо розвинений. На цьому етапі були розроблені теоретичні основи розрахунку жорстких покриттів (одно- та двошарових) на вплив експлуатаційних навантажень, також значна увага стала приділятися натурним вишукуванням плит покриття, тобто питання розрахунку аеродромного покриття почало розглядатися всебічно, дослідники намагалися якнайповніше урахувати всі фактори, які впливають на покриття протягом його строку служби (як експлуатаційні так і кліматичні). Починаючи із 60-х років минулого сторіччя почало зростати використання ПАГ (плита аеродромна гладка) для будівництва покриттів як аеродромів так і вертодромів.

В результаті цих досліджень була розроблена єдина теорія розрахунку аеродромних покриттів, основні її положення можна сформулювати наступним чином:

розрахунок покриття ведеться на дію статичного навантаження;

в якості математичної моделі покриття прийнята плита Кірхгофа-Вінклера на пружній основі, яке відповідає гіпотезі Вінклера;

враховуючи сезонні зміни опору ґрунтів навантаженням протягом року, розрахункові характеристики ґрунтової основи приймають відносно до періоду найменшої міцності покриття (весняне танення), тобто значення коефіцієнту постелі приймають найменшим із всіх можливих для кожного типу ґрунту в конкретних інженерно-геологічних умовах ;

плита вважається безкінечною в плані, а крайове завантаження враховується за допомогою перехідного коефіцієнту (залежить від конструкції покриття) і приймається згідно із формулою 1, але бажано (особливо для двошарових покриттів) його визначати на основі натурних вишукувань за формулою

$$K = \frac{E_b t^3 \rho}{12(1 - \mu_b) \left[ f(d) + \sum_{i=2}^n -m_{x(y)i} \right] F_d},$$

де  $E_b$  – модуль пружності бетону;

$t$  – товщина плити покриття;

$x$  – кривизна деформованої поверхні під дією сили  $F_d$  ;

$\mu_b$  – коефіцієнт Пуассона бетону;

$f(d)$  – функція, значення якої приймається за [];

$-m_{x(y)i}$  – одиничні моменти в плиті під навантаженням.

- Для залізобетонних покриттів враховується перерозподілення внутрішніх зусиль:
- при розрахунку багат шарових покриттів передбачається сумісна робота шарів покриття;
- температурні напруження, які виникають в плитах покриття під впливом коливань температурно-вологісного режиму, а також зростання міцності бетону із часом враховують введенням в розрахунок відповідних коефіцієнтів умов роботи жорсткого покриття.

Покриття вертолітних майданчиків, місць стоянки та рубіжних доріжок виконується лише одношаровим із ПАГ. Тому велике значення для напружено-деформованого стану плит має їх об'єднання між собою. Чисельні теоретичні розрахунки, експериментальні вишукування, а також практика експлуатації жорстких аеродромних покриттів доводять, що наявність швів в покриття призводить до значного зменшення несучої здатності крайових та кутових ділянок покриття у порівнянні із центральною зоною. В наш час на практиці використовуються різні типи стикових об'єднань плит. А здатність стикових об'єднань передавати навантаження через стик з плити на плиту визначається як теоретично, так і експериментально. При цьому для оцінки якості передачі зусиль швах часто використовується формула Сутерленда-Теллера, яка може бути використана для розрахунку плит із урахуванням податливості стикових об'єднань

$$W = \frac{2 \cdot W_c}{W_c + W_H},$$

де  $W_c$  – прогин грані суміжної плити;

$W$  – ефективність передачі навантаження;

де  $W_H$  – прогин грані напруженої плити.

На (рис.2.1) в якості прикладу наведено графік залежності перехідного коефіцієнту від жорсткості пружних зв'язків у швов покриття. Розрахунок було виконано для наступних даних: плити 7х7 м, товщина 24 см, модуль пружності бетону  $3,3 \cdot 10^4$  МПа, коефіцієнт Пуассона 0,15, коефіцієнт постелі пружної основи –  $63 \text{ МН/м}^3$ .

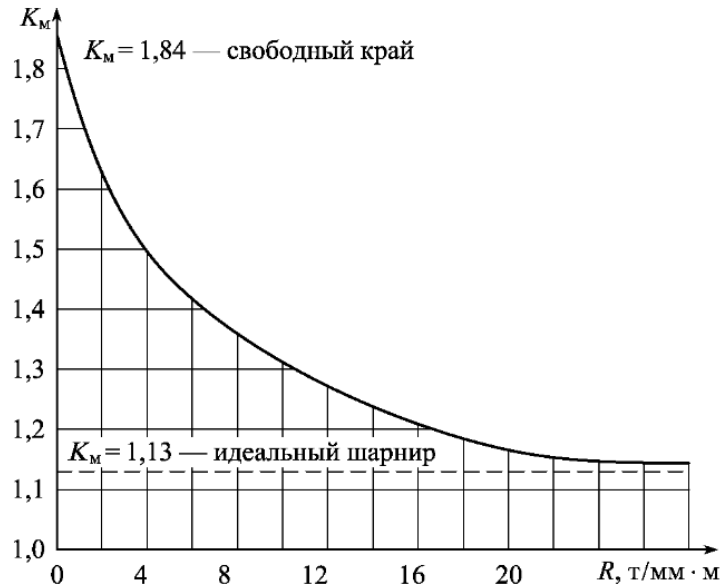


Рис.2.1. Вплив жорсткості стикового об'єднання на несучу здатність покриття

Як, видно, з рисунку при відсутності зв'язку між плитами покриття вигинаючий момент при крайовому навантаженні на 84% більше ніж при центральному завантаженні, при умові поєднання плит за допомогою ідеального шарніру перевищення крайового моменту над центральним становить лише 13%.

Також при розрахунку бажано використовувати реальну схему шасі розрахункового вертольоту (враховуючи кількість опор, кількість коліс, тиск в шинах, відстань між головними опорами, розподілення злітної ваги вертольота між опорами). Шасі вертольота багато в чому схоже із шасі літака, воно виконує ті

ж самі функції (забезпечує стоянку вертольота на землі, його рух при зльоті, переміщення вертольота при рулінні та його транспортуванні). Існує 4 основних види шасі вертольота (рис.2.2.), також не виключені комбінації типів шасі із нижченаведених

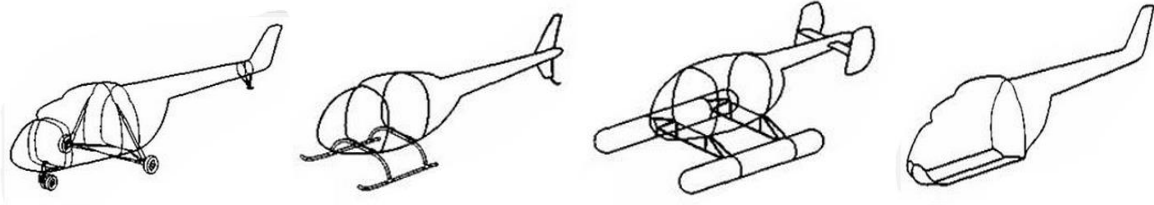


Рис. 2.2. Основні типи шасі вертольотів:  
1 – колісне шасі; 2 – полозковий тип;  
3 – поплавковий тип; 4 – за типом «човен»

Вертоліт із колісним шасі на стоянці має 3 опорні точки (триколісне шасі) або чотири точки (чотириколісне шасі). Як правило, у вертольотах із 4 опорними точками влаштовуються дві носові опори. Полозкове шасі має більш просту конструкцію, меншу масу та аеродинамічний опір, однак такий тип шасі використовується лише на легких вертольотах оскільки він не дозволяє виконати посадку (зліт) вертольота із розбігом, унеможлиблює руління. Полозковий тип шасі та шасі за типом «човен» використовуються у випадку необхідності посадки вертольота на воду. Найбільш поширеним типом є колісне шасі (використовується на всіх транспортних вертольотах всіх вагових категорій).

Вертодром – земельна (водна) ділянка або спеціально підготована площа, яка має комплекс споруд та обладнання, які забезпечують зліт та приземлення (із використанням або без використання повітряної подушки), руління, зберігання та обслуговування вертольотів. Посадочна площа – це спеціально підготована ділянка для здійснення регулярних або нерегулярних зльотів та приземлень вертольотів (слід відзначити, що, згідно із діючими нормами, покриття розраховується без урахування повітряної подушки). Вона складається із робочої площі, яка забезпечує стоянку, відрив та приземлення вертольоту, та полос



безпеки розташованих по периметру робочої площі. Основні елементи вертодрому та вертолiтного майданчику показанi на (рис.2.3) вiдповiдно.

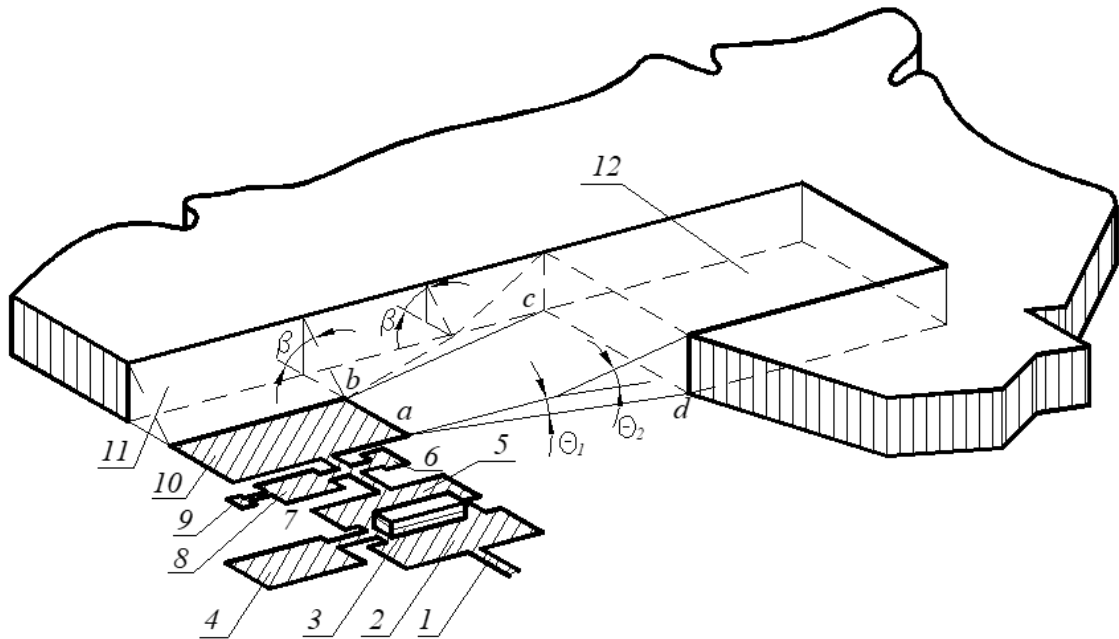


Рис.2.3. Основні елементи вертодрому:

1 – пiд’їзна автомобiльна дорога; 2 – привокзальна площа; 3 – аеровокзал (пасажирський павiльйон); 4 – службово-технiчна територiя; 5 – перон; 6 – iндивiдуальне мiсце стоянки вертольота (МС); 7 – рулiжнi дорiжки; 8 – групове МС; 9 – швартовочний майданчик; 10 – ґрунтова льотна смуга або ЗПС; 11 – бокова площа обмеження перешкод; 12 – площа обмеження перешкод в смузи повiтряних пiдходiв/

## 2.2. Моделювання одношарового покриття в ПК ЛИРА САПР

В ПК ЛИРА САПР [48, 49] покриття моделювалось у виглядi матрици з 9 плит, мiж плитами передбачено пружний зв’язок за допомогою штирiв (або, у випадку використання плит ПАГ – зварюванням скоб сусiднiх плит). Використання однiєї плити неприпустимо, оскiльки в такому випадку не буде враховано взаємодiю мiж плитами покриття.

Моделювання зв’язку мiж плитами за допомогою штирiв виконувалось за допомогою кiнцевих елементiв № 55 в ПК ЛИРА САПР. Цей тип кiнцевого

елементу працює лінійно на розтяг та стиск до «безкінечності» із заданою жорсткістю  $R$ . Він використовується для урахування податливості між вузлами моделі покриття, елемент дозволяє спроектувати як лінійну, так і кутову податливість зв'язку відносно осей  $X$ ,  $Y$  та  $Z$  в глобальній системі координат (рис. 2.4).

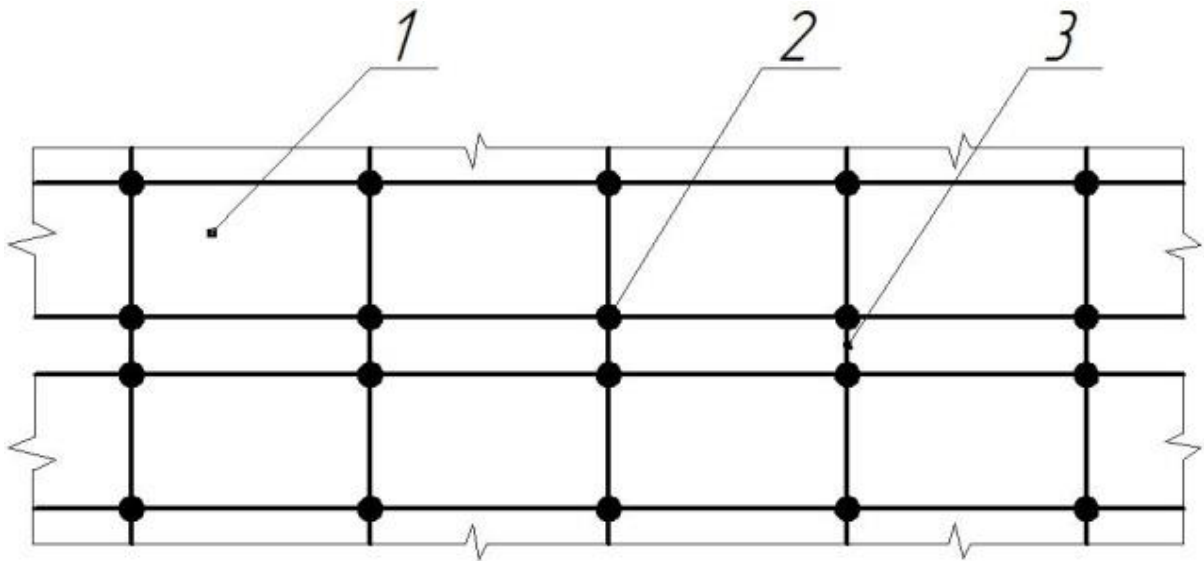


Рис. 2.4. Штиркові з'єднання між плитами покриття в ПК ЛИРА:  
1 – скінченний елемент пластина; 2 – вузол; 3 – скінченний елемент  
№55 (моделює пружний зв'язок між плитами покриття)

Жорсткість штирьового з'єднання плит покриття визначається за формулою (2.1) згідно із [86, 87].

$$k = \frac{D}{s}, \quad (2.1)$$

де  $s$  – крок штирів;

$D$  – коефіцієнт, значення якого обумовлюється зчепленням штиря із бетоном (обумовлює вертикальну жорсткість) та жорсткістю, яка викликана вигином плити. Визначається за формулою

$$D = \frac{1}{\frac{1}{DCI} + \frac{1}{12c}}, \quad (2.2)$$

де  $DCI$  – взаємодія штиря із бетоном плити покриття. Визначається, виходячи з припущення, що штир являє собою балку на пружній основі за формулою.

$$DCI = \frac{4\beta^3}{2 + \beta w} E_d I_d, \quad (2.3)$$

де  $E_d$  – модуль Юнга, МПа;

$I_d$  – момент інерції перерізу штиря, м<sup>4</sup>;

$w$  – ширина шва, м;

$\beta$  – коефіцієнт, який визначається за формулою, м<sup>-1</sup>

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{Kd}{4E_d I_d}}, \quad (2.4)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який характеризує зчеплення штиря із бетоном покриття, МН/м<sup>3</sup>;

$d$  – діаметр штиря, м.

Значення коефіцієнта  $K$  залежить від способу улаштування штиря, для способу занурення  $K$  дорівнює  $4,07 \cdot 10^5$  МН/м<sup>3</sup> [86].

Змінна  $C$  у рівнянні (2.2) визначається за формулою

$$C = \frac{E_d l_d}{w^3 (1 + \phi)}, \quad (2.5)$$

де  $\phi$  – коефіцієнт, який визначається за формулою

$$\phi = \frac{12 E_d l_d}{G_d A_z w^2}, \quad (2.6)$$

де  $A_z$  – ефективна площа штиря, приймається на 10 % менша ніж реальна площа стержня, м<sup>2</sup>

$$A_z = 0,9 A_d = 0,9 \frac{\pi d^2}{4}, \quad (2.7)$$

$E_d$  – модуль зсуву стержня, МПа. Визначається за формулою

$$G_d = \frac{E_d}{2(1 + \mu_d)}, \quad (2.8)$$

де  $\mu_d$  – коефіцієнт Пуасона штиря, МПа.

Підставивши значення для параметра  $\phi$ , формула (2.6) та вираз для ефективної поперечної площі арматурного штиря (2.7) у вираз (2.5), отримаємо наступну залежність [87]

$$C = \frac{0,9G_d E_d I_d A_d}{0,9G_d A_d w^3 + 12E_d I_d w} \quad (2.9)$$

Вираз для визначення величини зчеплення штиря із бетоном плити покриття (2.2), із урахуванням виразу (2.9) набуде вигляду [87]

$$D = \frac{1}{\frac{w}{0,9G_d A_d} + \frac{w^3}{12E_d I_d} + \frac{2+\beta w}{4\beta^3 E_d I_d}} \quad (2.10)$$

Із урахуванням виразу (2.10) формула для обчислення жорсткості штирьового з'єднання набуде вигляду

$$k = \frac{1}{s \left( \frac{w}{0,9G_d A_d} + \frac{w^3}{12E_d I_d} + \frac{2+\beta w}{4\beta^3 E_d I_d} \right)} \quad (2.11)$$

Враховуючи те, що по довжині з'єднання плит встановлюється декілька штирів з певним кроком, жорсткість одного штиря визначатиметься за формулою [86, 87]

$$R = \frac{1}{s(n-1) \left( \frac{w}{0,9G_d A_d} + \frac{w^3}{12E_d I_d} + \frac{2+\beta w}{4\beta^3 E_d I_d} \right)} \quad (2.12)$$

де  $n$  – кількість вузлів по довжині з'єднання.

Для вузлів, які розташовані на краю плити жорсткість зменшується наполовину.

Такий підхід дозволяє спроектувати передачу навантаження між плитами. В ПК ЛИРА САПР отримане значення використовується як жорсткість кінцевих елементів №55 у вертикальному напрямку, за допомогою яких моделюється зв'язок між плитами.

### 2.3. Моделювання одношарового покриття в FEAFAA

Програмний комплекс FEAFAA (Finite Element Analysis Federal Aviation Administration), був розроблений департаментом США Airport Technology R&D Branch в якості самостійного інструменту для розрахунку жорстких аеродромних покриттів (та посиленних покриттів) за допомогою методу скінчених елементів [11, 130]. Ця програма використовується для точного визначення значень напружень, деформацій та відхилень плит жорсткого покриття під дією головної опори конкретного повітряного судна.

Основні особливості FEAFAA [130]:

- покриття моделюється 9-ма плитами, зв'язок між плитами забезпечено введенням металевих штирів;
- в розрахунку може використовуватися до 6 шарів;
- безкінечна модель земляного полотна;
- моделювання центрального та крайового завантаження покриття;
- моделювання та розрахунок шару підсилення;
- розміри плит задаються користувачем;
- гнучка бібліотека повітряних суден.

При розрахунку програма використовує такі препроцесори як: NIKE3D (використовується для скінченна елементного аналізу) та INGRID (генерує скінченна елементну сітку). INGRID отримує вихідні дані безпосередньо від FEAFAA.

Тривимірна модель аеродромного покриття складається з 9 плит розташованих у вигляді матриці 3x3 та поєднаних за допомогою лінійних пружних швів. Дискретні вертикальні елементи (пружини) об'єднують сусідні плити в ключових точках та забезпечують передачу зусилля через шов, номінальне значення міцності становить 100000 фунтів/дюйм на кожен дюйм довжини шва.

Моделювання жорсткого покриття в програмі FEAFAA засновано на таких положеннях:

– основний тип скінченого елемента в FEAFAA – це восьми вузловий шестигранний зв'язний елемент. Модель використовує тільки один тип елемента для всіх структурних шарів. Порівняно із стандартним шестигранним елементом, восьми вузловий елемент має відмінність при роботі на вигин;

– через відмінну роботу на вигин, кожен структурний шар складається з одного елемента по товщині. Використання такого підходу дає можливість точно моделювати покриття використовуючи мінімальну кількість елементів;

– напруження в елементах розраховуються у восьми інтеграційних точках. Для елементів, які переважно піддаються вигину, значення середнього напруження буде близьким до 0. В такому випадку рекомендується використовувати середнє значення напружень в чотирьох інтеграційних точках в розтягнутій зоні та в чотирьох точках в стиснутій зоні;

– в загальному випадку для кожної плити покриття можуть бути визначені дві контактні поверхні. Перша – площина між нижньою поверхнею плити та верхньою поверхнею шару основи, друга – площина між верхньою поверхнею покриття та нижньою поверхнею шару посилення. Якщо шар посилення відсутній, то визначається тільки одна контактна поверхня. При моделюванні вважається, що шари покриття працюють без взаємного ковзання;

– нижній шар скінчених елементів земляного полотна складається з восьми вузлових «безкінечних» елементів. Як і стандартні елементи, безкінечні елементи представляють собою восьми вузлові шестигранники. Однак, безкінечні елементи мають спеціальну функцію відображення яка математично моделює восьми вузлову геометрію в напів безкінечному просторі. Таким чином, FEAFAA моделює жорстку структуру покриття на безкінечній пружній основі;

– безкінечні елементи вимагають додаткового параметру який визначає напрямок безкінечності в одному з шести головних напрямків в локальній системі координат;

– штиркові з'єднання плит моделюються окремими скінченими елементами. Для моделювання використовується елемент у вигляді одно направленої пружини. В загальному випадку сила, яку передає пружина в  $i$ -му напрямку визначається за формулою [130]

$$F_i = k\Delta_i, \quad (2.13)$$

де  $F_i$  – сила, яку передає пружина в  $i$ -му напрямку;  
 $k$  – жорсткість пружини;

$\Delta_i$  – деформація пружини в  $i$ -му напрямку.

Вважається, що сила зсуву лінійно пропорційна відносному вертикальному зміщенню між плитами. Шов характеризується таким параметром як еквівалентна жорсткість при зсуві  $k_{joint}$ , виражена в одиницях сили по відношенню до вертикального зміщення на одиницю довжини шва.

При моделюванні штирьових з'єднань вводяться такі дані як: діаметр штирів, крок через який встановлюються штирі, товщина шва між плитами, а також спосіб улаштування з'єднань. Пропонується два способи улаштування з'єднань: у свіжому бетоні (за допомогою віброзанурювачів) та їх влаштування у просвердлених отворах.

Вузлова модель використана із метою більш точного урахування явища зсуву при вигині. Принципові відмінності роботи звичайного зв'язного елемента та вузлового елемента показані на

рис.2.5.

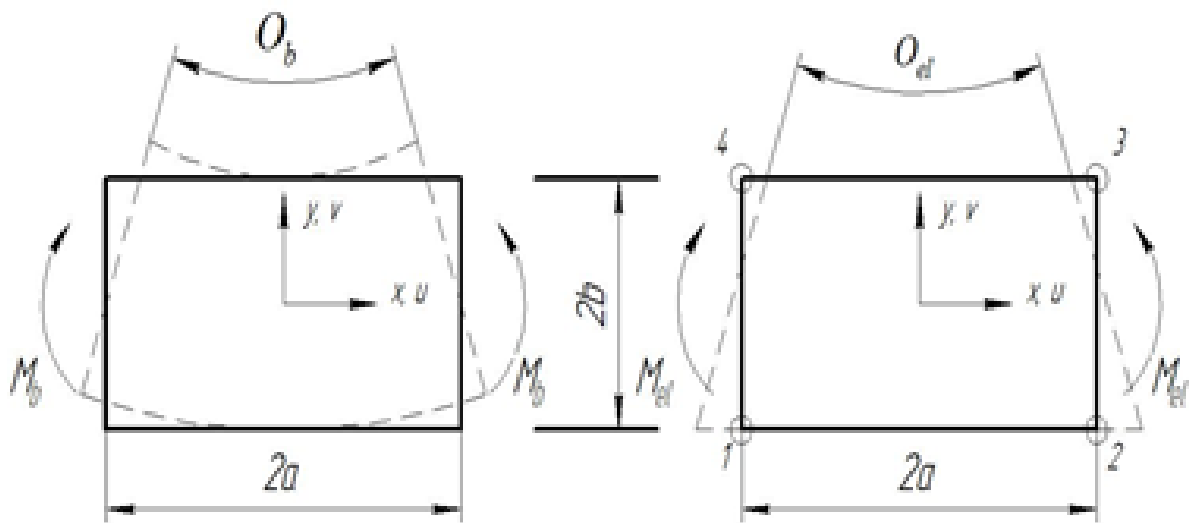


Рис.2.5. Деформація елемента при вигині:

а) звичайний елемент; б) запропонований восьми вузловий елемент



На рис. 2.5 а показана робота елемента (вертикальні та горизонтальні переміщення) при чистому вигині. Очевидно, що деформації зсуву відсутні або близькі до нуля. Однак, коли в розрахунок вводиться чотирьох вузловий елемент в плані (рис. 2 б), то видно, що спостерігаються лише горизонтальні переміщення вузлів. Вертикальні деформації дорівнюють нулю або мають дуже невеликі значення, тож елемент відображає зсув, а не вигин. Так званий хибний зсув і обумовлює жорсткість елементу. Вплив хибного зсуву можна нівелювати введенням рівняння квадратичної моделі деформації. Це рівняння додається до стандартної функції [130]

$$u(\xi, \eta) = \sum_{i=1}^4 N_i(\xi, \eta) u_i + \sum_{i=5}^6 N_i(\xi, \eta) a_i, \quad (2.14)$$

де  $N_{1...4}$  – функції пов’язані із стандартною білінійною функцією, яка описує положення вузлів;

$N_{5,6}$  – функції пов’язані із додатковими типами функцій, які описують положення вузлів. Визначаються за формулами:

$$N_5(\xi, \eta) = 1 - \xi^2, \quad (2.15)$$

$$N_6(\xi, \eta) = 1 - \eta^2, \quad (2.16)$$

$a_i$  – представляє кількість ступенів свободи у вузлі, оскільки не може бути пов’язано із жодним вузлом, то вважається, що це «внутрішня» кількість ступенів свободи елемента;

$u_i$  – переміщення вузла.

Використання цих несумісних моделей поведінки дає хороший результат при вигині навіть у випадку коли при моделюванні передбачено лише один елемент по товщині шару. Таким чином, для восьми вузлового зв’язного елемента загальне зміщення вузла можна обчислити як суму його переміщень при двох несумісних моделях поведінки (рис. 2.2 а, б).

$$u = \sum N_i u_i + (1 - \xi^2) a_1 + (1 - \eta^2) a_2 + (1 - \xi^2) a_7, \quad (2.17)$$

$$v = \sum N_i v_i + (1 - \xi^2) a_3 + (1 - \eta^2) a_4 + (1 - \xi^2) a_8, \quad (2.18)$$

$$w = \sum N_i w_i + (1 - \xi^2) a_5 + (1 - \eta^2) a_6 + (1 - \xi^2) a_9. \quad (2.19)$$

де  $u$ ,  $v$  – переміщення плити в горизонтальній площі у напрямку  $x$  та  $y$  відповідно;

$w$  – вертикальне переміщення у напрямку осі  $z$ .

Робота в програмі починається із вибору розрахункового повітряного судна. FEAFAA містить бібліотеку повітряних суден, в якій є більшість з існуючих серійних пасажирських, транспортних та військових повітряних суден. В програмі також передбачена можливість редагування запропонованих конфігурацій шасі та збереження результату в стандартній бібліотеці. Вводиться положення коліс літака, розподілення ваги в відсотках між головною та основними опорами, кількість опор та тиск в пневматиках коліс шасі.

При розрахунку можливо два способи передачі навантаження від колеса на покриття – по площі квадрата та по площі прямокутника. Квадратний відбиток колеса зазвичай використовується при використанні колового навантаження (програма LEAF). Площа прямокутного відбитка колеса визначається за рекомендаціями Асоціації Портландцементу [103, 105] (Portland Cement Association - PCA). Розміри відбитка становлять:  $0,8712L \times 0,6L$ , де  $L$  – довжина еквівалентного еліптичного відбитка колеса, визначається за формулою:  $L = (A/0,5227)^{0,5}$ . Обґрунтованість використання прямокутної площі відбитка колеса доведена PCA при розробці проектних графіків для жорстких аеродромних покриттів.

Програмний комплекс відзначається легкістю введення інформації та інтегрованою базою характеристик найпоширеніших пасажирських та військових літаків. Однак користувач не має змоги задати для розрахунку покриття довільних розмірів, в базі повітряних суден відсутні характеристики будь-яких вертольотів. До того ж не передбачена можливість урахування положкових опор.

В ПК ЛИРА САПР, змінюючи розміри скінченних елементів, можна розрахувати покриття будь-яких розмірів. Крім цього програмний комплекс дає можливість задати як навантаження від колісних опор, так і від положкових. Саме через це для подальших розрахунків було використано ПК ЛИРА САПР.

#### **2.4. Розрахунок цементобетонного покриття**

Для перевірки достовірності результатів розрахунку за допомогою ЛИРА САПР було виконано тестовий розрахунок. Покриття завантажувалась однією головною опорою по центру плити.

Для тестового розрахунку було обрано наступну конструкцію покриття: цементобетонне покриття товщиною 0,2 м, модуль пружності бетону  $E$  становить  $3,24 \cdot 10^4$  МПа. Розмір плит – 5,0x5,0 м, ширина шва – 6 мм, передача навантаження між плитами здійснюється за допомогою штирів (крок – 0,5 м, діаметр 20 мм, довжина 0,5 м), вертодром розташовано в II дорожньої кліматичній зоні, ґрунт основи – суглинок пилуватий (коефіцієнт постелі становить 40 МН/м<sup>3</sup>). Еквівалентний коефіцієнт постелі визначається згідно із [129] та становить для цього випадку 86,5 МН/м<sup>3</sup>.

В якості розрахункового вертольоту обрано Мі-8. Навантаження на основну опору становить 5,2 т, тиск в пневматику 0,5 МПа, головна опора одноколісна. Радіус відбитку колеса становить 0,199 м. При розрахунку покриття на вплив вертольоту Мі-26 його товщину було збільшено до 0,3 м [77, 125, 127].

Для контролю розрахунку в ПК ЛИРА були виконані обчислення за наступними залежностями табл. 2.1

**Розрахункові залежності для визначення згинального  
моменту в плиті покриття**

№ з/П	Назва	Розрахункова залежність
1	Вітчизняна методика розрахунку [129]	$m_{c,max} = f(\alpha)F_d$
2	Навантаження розподілене по колу, розташовується по центру плити	$M = \frac{3F_d(1 + \mu)}{12\pi} \left[ \ln\left(\frac{2l}{R_e}\right) + 0,5 - \gamma \right]$
3	За формулою [80]	$\frac{F_d}{4\pi} (1 + \mu) \left[ \ln\left(\frac{l}{R_e}\right) + 0,616 \right]$
4	За формулою [80], навантаження розподілене за площею скінченного елемента	$\frac{F_d}{4\pi} (1 + \mu) \left[ \ln\left(\frac{l}{a}\right) + 1,177 \right]$

де  $\mu$  – коефіцієнт Пуассона,

$F_d$  – розрахункове навантаження на колесо, кН;

$l$  – пружна характеристика;

$R_e$  – радіус відбитка колеса, м;

$a$  – сторона скінченного елемента, м.

Результати розрахунку за умови центрального завантаження плити покриття однією опорою вертольоту наведено в табл. 2.2

Таблиця 2.2

**Результати тестового розрахунку покриття (Мі-8)**

№ з/п	Розрахункова залежність	Значення згинального моменту	Похибка у порівнянні із ПК ЛИРА, %
1	2	3	4
1	За вітчизняною методикою	10,98	2,46
2	За формулою Вестергарда	10,969	2,36

*Продовження таблиці 2.2*

1	2	3	4
3	За формулою [80]	10,97	2,37
4	За формулою [80] для навантаження розподіленого за площею скінченного елемента	10,948	2,17
5	Результат в ПК ЛИРА	10,71	0,00

Максимальне розходження результатів розрахунку із допомогою ПК ЛИРА САПР та наведеними залежностями становить 2,46 %, що свідчить про точність моделювання завантаження покриття. Схема розбиття плити покриття (для тестового розрахунку) на скінченні елементи наведено на рис. 2.3.

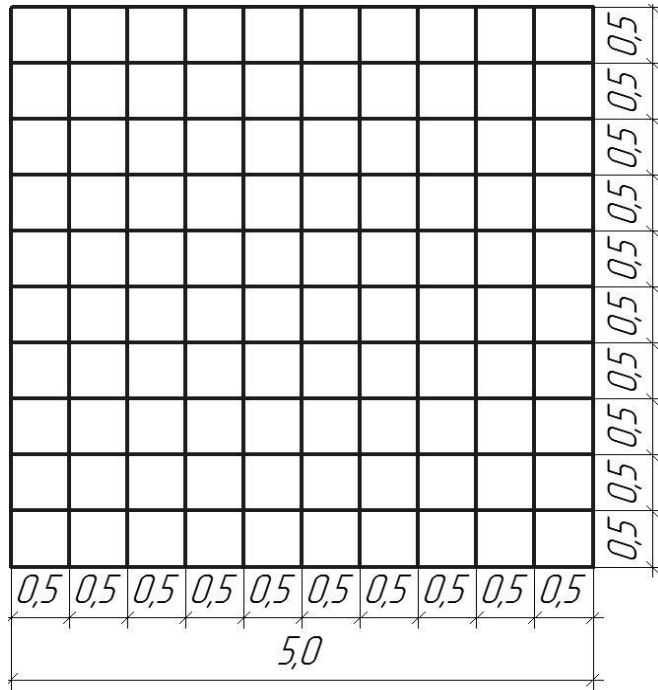


Рис. 2.3. Схема розбиття плити покриття на скінченні елементи (м)

Результати тестового розрахунку цементобетонного покриття показано у вигляді мозаїки згинальних моментів на рис. 2.4.

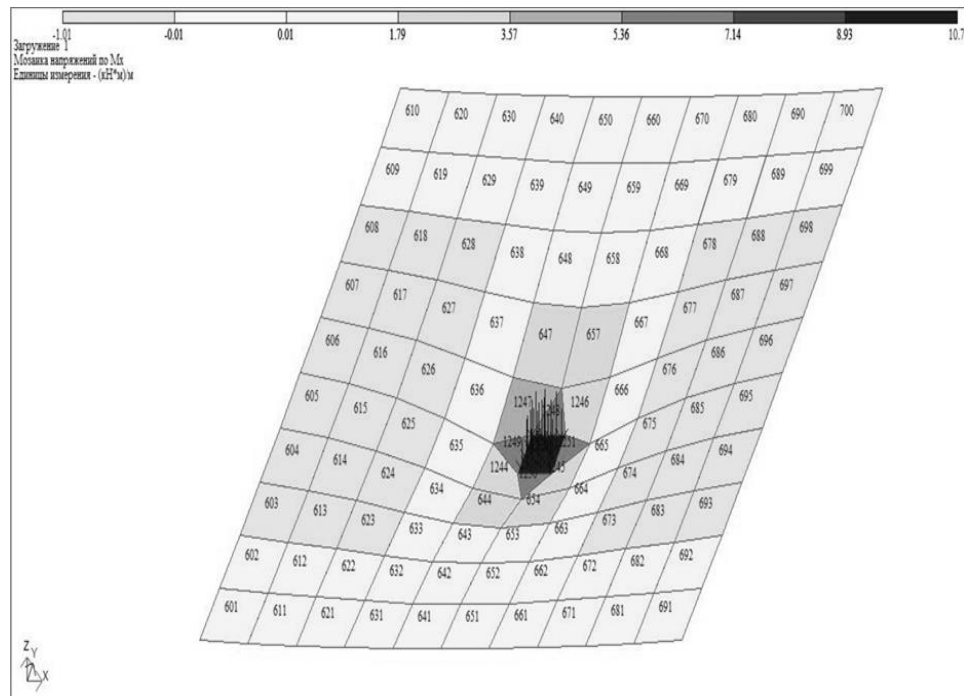


Рис. 2.4. Мозаїка напружень при центральному завантаженні плити покриття однією опорою вертольоту Мі-8

Для подальшого дослідження впливу опор вертольотів на жорстке покриття були використані вертольоти Мі-26, Мі-38, Agusta AW-139 та ЕС 155В1 (полоскове шасі). У зв'язку із порівняно невеликим навантаженням на опору використовувалось лише одношарове покриття.

При визначенні внутрішніх зусиль в плитах покриття моделювалось два випадки навантаження. Опори вертольоту зміщувались до краю покриття, у другому випадку, обчислювались внутрішні зусилля від дії центрального завантаження. Оскільки нормативна методика не дає можливості врахувати вплив всіх опор одночасно, розрахунок виконувався тільки в ПК ЛИРА.

Граничний момент для покриття визначається за формулою

$$m_u = \gamma_c R_{btb} \frac{t^2}{6} k_u \quad (2.20)$$

де  $m_u$  – граничний момент, кН·м/м;

$\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи покриття;

$R_{btb}$  – розрахунковий опір бетону розтягу при згині, МПа;

$t$  – товщина покриття, м;

$k_u$  – коефіцієнт, який враховує кількість прикладення навантажень.

Для цементобетонного покриття товщиною 20 см значення граничного моменту становить 27,44 кН·м/м, для 30-сантиметрового покриття  $m_u = 57,88$  кН·м/м. Результати розрахунку наведені в табл. 2.3.

## Результати розрахунку покриття

Тип вертольота	Цементобетонне покриття, кН·м/м		Покриття з ПАГ, кН·м/м	
	Центральне завантаження	Крайове завантаження	Центральне завантаження	Крайове завантаження
1	2	3	4	5
ЕС-155В1	0,795	1,23	0,651	0,738
AW-139	5,07	4,95	4,11	4,95
Мі-38	10,70	10,20	8,17	8,33
Мі-26	36,2	48,8	23,81	28,90

Запас міцності для покриття визначався як відношення граничного згинального моменту до отриманих максимальних значень моментів.

Для монолітного цементобетонного покриття запас міцності становить відповідно: для ЕС-155В1 – 22,31; AW-139 – 5,41; Мі-38 – 2,57; Мі-26 – 1,19. У випадку використання плит ПАГ-14 запас міцності становитиме: для ЕС-155В1 – 29,74; AW-139 – 4,43; Мі-38 – 2,64. Для вертольоту Мі-26 використовувались плити ПАГ-18, запас міцності в цьому випадку становить 1,26. Виходячи з отриманих результатів можна стверджувати, що цементобетонні покриття доцільно використовувати для категорії важких вертольотів, для інших вагових груп використання типових цементобетонних покриттів веде до нераціонального використання ресурсів матеріалу.



## Розділ III

### ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН ВЕРТОДРОМІВ

#### 3.1. Фізичні характеристики об'єкту

*Генеральний план* - найважливіша складова частина проекту, яка містить комплексне вирішення питань планування, забудови, реконструкції, благоустрою та інших видів освоєння територій.

Вірно розроблений генеральний план дозволяє не тільки найбільш раціонально розмістити об'єкти на території, що збільшує ефективність використання прилеглої території об'єкта і в той же час формує максимально комфортне середовище для життєдіяльності та/або виробництва, а й найкращим чином оптимізує витрати на реалізацію проекту, а також знижує витрати при реалізації проекту.

Генеральний план дозволяє надати економічну привабливість об'єкта для потенційних інвесторів. Документація генерального плану дозволяє більш детально розрахувати бюджет проекту, виконати всі необхідні розрахунки, що значною мірою полегшує прийняття рішень при реалізації майбутнього проекту реконструкції.

Стосовно генплану вертодрому, на якому розміщуються вертолітні майданчики, то цей документ містить планувальні рішення по розміщенню таких об'єктів як системи управління повітряним рухом, радіонавігації та посадки повітряних суден, транспортних комунікацій та інженерних мереж. На етапі будівництва та проектування вертодрому він був запроєктований під розрахунковий вертоліт Мі-8, після реконструкції він зможе приймати більш важкі повітряні судна, зокрема, вертоліт Мі-26, розміри якого значно перевершують габарити Мі-8. Склад будівель та споруд на території об'єкту.

Склад споруд на території об'єкту включає в себе:

сам майданчик (розмір 30х30 м);  
 стояночні майданчики розміром 32х32м;  
 руліжні доріжки, ширина 12,5 м;  
 привідну радіостанцію РМП-200 (ОПРС);  
 радіопеленгатор автоматичний АРП-95;  
 блок, що здійснює керування повітряним рухом;  
 конусний вітровказівник;  
 метеомайданчик;  
 очисні споруди для скидання в них побутових стоків, також передбачена окрема ємність для зберігання в ній очищених стоків;  
 окремо на території об'єкту функціонує протипожежна водопровідна станція (ВНС), обсяг резервуарів для гасіння пожеж становить по 150 м<sup>3</sup>, всього таких ємностей передбачено 2.

Необхідність в реконструкції обумовлена значною різницею між вертольотами Мі-8 та Мі-26 як по злітній вазі, так і по геометричним розмірам. Геометричні розміри цих вертольотів наведено на рис.3.1.

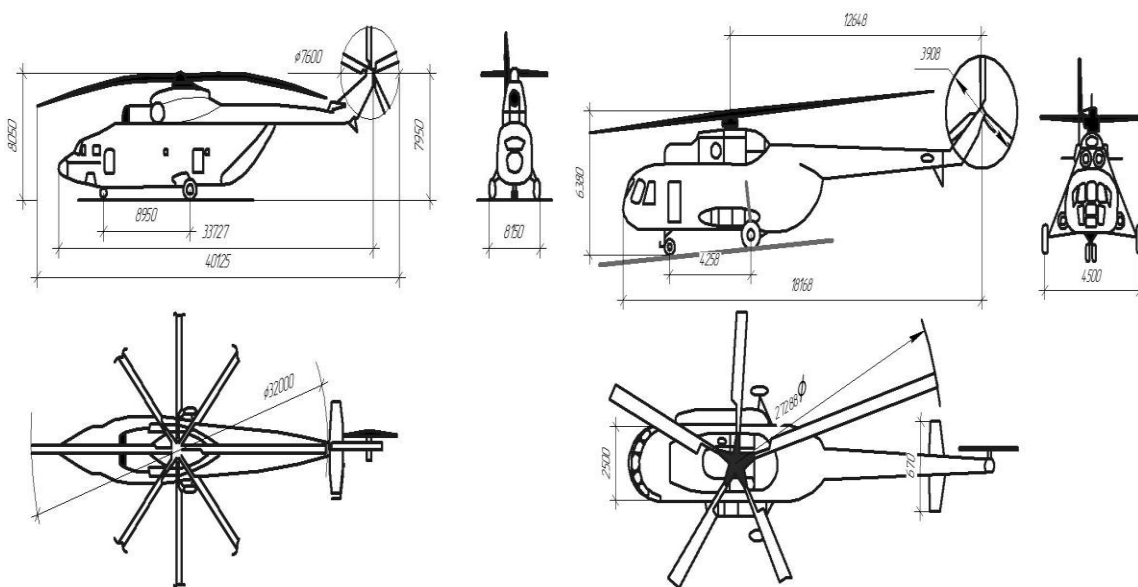


Рис.3.1. Порівняння геометричних розмірів вертольотів Мі-8 та Мі-26:

а) вертоліт Мі-26; б) вертоліт Мі-8

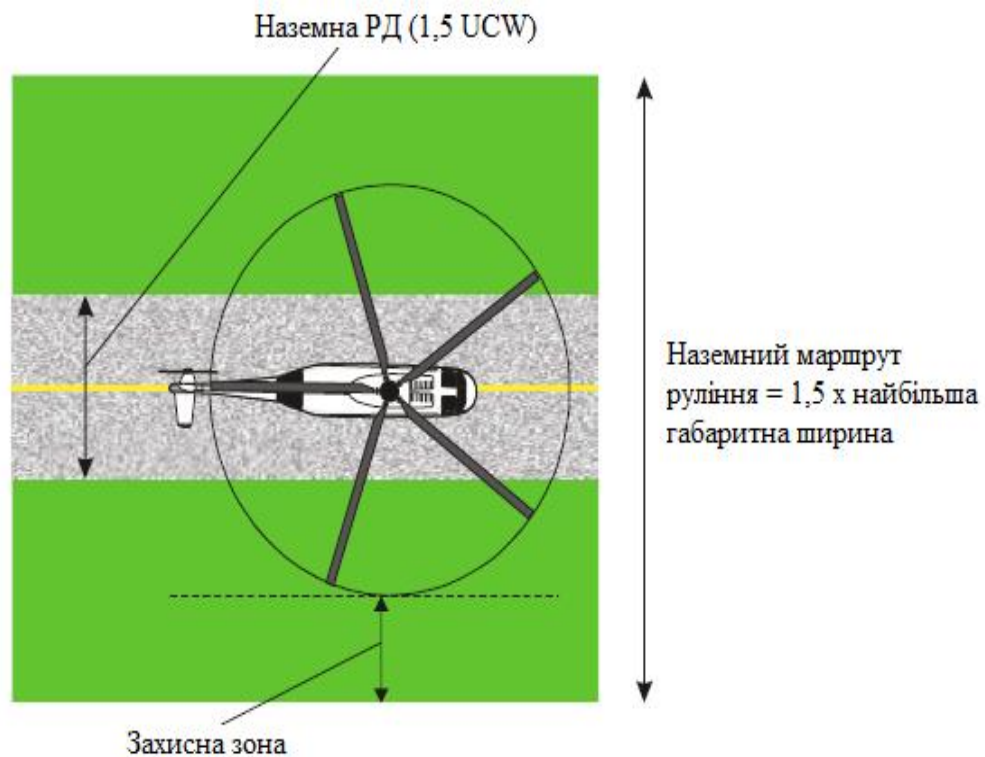
Експлуатаційні характеристики цих повітряних суден наведено в табл.3.1.

Таблиця 3.1.

### Експлуатаційні характеристики вертольоті

Тип вертольота	Параметр	Значення
Мі-8	Маса вертольота, т:	
	нормальна злітна	11,1
	максимальна злітна	12,0
Мі-26	Маса вертольота, т:	
	нормальна злітна	49,5
	максимальна злітна	56,0

Що ж стосується руліжних доріжок, то їх ширина приймається виходячи з ширин колії, тобто відстані між головними опорами вертольоту (рис.3.2). Враховуючи те, що відстань між опорами вертольоту Мі-26 становить 8,15 м, ширина руліжною доріжки повинна становити  $1,5 \times 8,15 = 12,225$  м.



### Рис.3.2. Схема до визначення мінімальної ширини рубіжної доріжки

Оскільки ширина рубіжної доріжки становить 12,5 м, потрібне її поширення. Можна обійтись і без цього, але в такому випадку вертоліт Мі-26 зможе здійснювати лише зліт та посадку, маневрування по території вертодрому буде неможливим.

Генеральний план є найважливішою частиною проекту вертодрому, саме він визначає розташування вертодрому, його орієнтацію. Генеральний план вертодрому забезпечує вирішення різних за рівнями питань планування та благоустрою території, будівель, споруд, управління системами повітряним рухом, посадки повітряних суден, транспортних комунікацій та інженерних мереж. При проектуванні генерального плану необхідно враховувати всі головні складові включаючи перспективу розвитку та економічний фактор, специфіку даного аеропорту та регіону.

При проектуванні вертодрому враховано той факт, що згідно наказу №109 Державні служби України від 14.02.06 сертифікація вертодромів на території України проводиться у відповідності з Додатком 14 ІСАО Том II Вертодроми. Оскільки діючі нормативні документи України довгий час не змінювались, вони суттєво застаріли.

У відповідності із вимогами ІСАО для зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту FATO встановлюються наступні поверхні обмеження перешкод:

- поверхня набору висоти при зльоті;
- поверхня заходу на посадку;
- перехідні поверхні;
- кінчна поверхня.

Поверхня заходу на посадку – це похила площина або комбінація площин, які спрямовані вгору від межі зони безпеки та розташовані симетрично до їх осьової лінії, яка проходить через центр зони FATO (рис. 3.3).

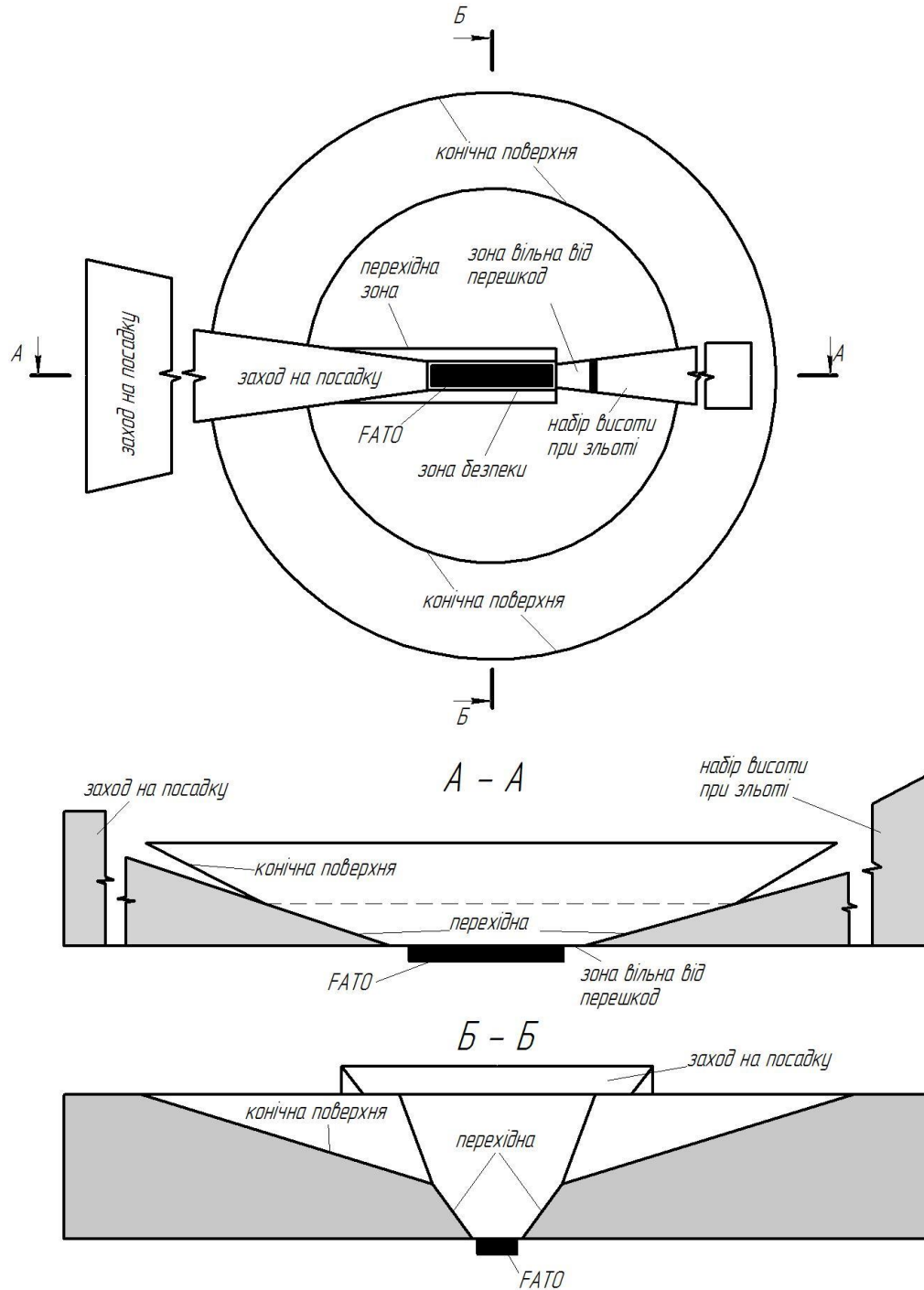


Рис. 3. 3. Обмеження перешкод поверхні

Територіально майданчик відноситься до II дорожньо-кліматичній зоні.

Клімат південних формується під впливом інтенсивної циклонічної діяльності. Острів знаходиться в потоці повітря морського походження. У літню пору з океану на острові переважають вітри південно-східних, південних і південно-західних напрямків, взимку - вітри західних, північно-західних, північних напрямків. За річний розі вітрів видно, що переважаючими є північно-західне і південно-східний напрямки вітрів.

Сейсмічність 9 балів. Сильні поштовхи 7-9 балів бувають рідко, слабкі 3-6 балів реєструються 4-6 разів на рік. Середньорічна температура повітря: + 5 ° С. Середньомісячна температура найхолоднішого місяця (лютий): - 3,9 ° С. Середньомісячна температура самого жаркого місяця (серпень): + 17,8 ° С. Абсолютний мінімум температур: - 22 ° С. Абсолютна максимальна температура повітря: + 32 ° С. Середньорічна кількість опадів: 1235 мм. Добовий максимум опадів: 149 мм.

Глибина промерзання ґрунтів під снігом становить 40 см, під оголеною поверхнею - до 1 м. висота снігового покриву понад 1,5 м. Територія майданчика рівна з відміткою 7 м, з невеликим ухилом в південно-східній напрямку до струмка. Ось вертолітного майданчика орієнтована по розі вітрів з північного сходу на південний захід. В межах поверхонь заходу на посадку і зльоту з обох курсів висотні перешкоди відсутні. Територія будівництва вертолітного майданчика обмежена із заходу житлової забудовою, з південного сходу височиною висотою 90 м і струмком, які перетинають автомобільну дорогу.

Район розташування вертолітного майданчика знаходиться на землях селищної ради на мінімальному нормативному видаленні від забудови з умови складного експлуатаційного обслуговування і підготовки майданчика до польотів в зимовий час.

Геологічний розріз площадки будівництва представлений почвеннорастительним шаром потужністю до 40 см на торфі та заторфованими мулі до 3,7 м, далі залягає гравійно-галечникові ґрунт і алевроліт маломіцний.

Вертолітний майданчик призначен для технічного обслуговування періодично прилітають вертольотів і виконання зворотних рейсів в світле час доби.

Основні технологічні рішення по ВП прийняті з урахуванням:

1) Габарити:

- загальна довжина з гвинтами, що обертаються - 25,2 м;
- довжина вертольота без гвинтів - 18,3 м;
- висота - 4,7 м.

2) Діаметр несучого гвинта - 21,3 м, число лопатей - 5.

3) Маса:

- порожнього вертольота - 6999 кг;
- злітна - 12000 кг.

4) Число членів екіпажу - 3.

Пасажиромісткість - 28.

5) Допустимі швидкості вітру:

- зустрічні - 25 м / с;
- бічні - 10 м / с.

Місцезнаходження майданчика обрано з урахуванням проведення взлетнопосадочних операцій «по вертолітному» без використання впливу повітряної подушки на безпечній відстані від оточуючих споруд і природних висотних перешкод, відповідно до нормативних документів.

Бажаний напрямок заходу на посадку і зльоту прийнято з урахуванням вітрової завантаження. Найбільш вигідний напрямок траєкторії заходу на посадку і зліт, при якому злітно-посадочні операції будуть забезпечені протягом найбільшої кількості вітрових днів, визначено розрахунком. Мінімальна призначення вітрової завантаження 87% і максимально допустима швидкість нормальної (під 90°) складової вітру 10 м / сек прийнято для вертольотів середнього класу за нормативними документами.

Геометричні параметри посадкового майданчика визначені з умови геометричних параметрів повітряного судна (ширина колії, база шасі, довжина і діаметр несучого гвинта вертольота) відповідно до вимог нормативних документів ІКАО.

До складу вертолітного майданчика входять:

1. Зона кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту - 38x38 м.
2. Зона приземлення і відриву - 20x20 м - робоча площа вертолітної майданчики з штучним покриттям.
3. Зона безпеки (периферійна зона) - 50,5x50,5 м.
4. Показчик напрямку вітру (УНВ).
5. Огорожа з металевої сітки.
6. Під'їзна автодорога шириною 4,5 м з узбіччями і развортной майданчиком для автомобілів.

Вертолітний майданчик передбачається використовувати для перевезення хворих вертольотами санітарної авіації та у випадках надзвичайних ситуацій вертольотами МНС. З цих умов обумовлений мінімальний склад споруд вертолітної майданчики.



З умови нормативного видалення в 64 м від перешкод до осі злітної смуги визначилася довжина підїзної автодороги. Ширина проїжджої частини і узбіч вздовж дороги прийняті відповідно до СНиП 2.05.02-85 «Автомобільні дороги». Для зручного обслуговування прилетів вертольота передбачена розворотне майданчик для автомобіля безпосередньо у покриття робочої майданчики в межах зони приземлення і відриву.

Відповідно до «Керівництва по вертодрому» передбачена установка показчика напрямку вітру, який поставляється без комплекту електрообладнання, так як експлуатується майданчик в світлий час доби. Вся територія вертолітного майданчика захищається парканом з металевої сітки по металевих стовпів висотою 1,63 м. для контрольованого проїзду (проходу) транспорту і людей передбачені ворота орні з шириною проїзду 5 м. огорожу складається із закріплених на опорах панелей зварної металевої сітки з довжиною сітчастого полотна 2,5 м.

### **3.2. Площини обмеження перешкод**

Привертодромна територія повинна забезпечувати безпеку виконання злітно-посадкових операцій вертольотів при зльотах і посадках з коротким розгоном-пробігом і по-вертолітному з використанням і без використання впливу повітряної подушки.

Окрема увага приділяється обмеженню можливих перешкод по висоті. Під визначення «перешкода» в цьому випадку підпадає будь-який об'єкт, висота якого перевищує максимально допустиму. Для зручності визначення допустимої висоти використовуються так звані площини обмеження перешкод.

Площина обмеження перешкод – уявна площина, що простягається від вертолітного майданчику під певним кутом (встановлюється в залежності від способі зльоту). Всі об'єкти в межах самого вертодрому та на привертодромній території не повинні перетинати цю площину.

Використовується декілька типів площин обмеження перешкод:

- площина заходу на посадку – розташовується в напрямку зльоту/посадки вздовж осьової лінії вертолітного майданчика, спрямована вона в напрямку вбік від межі зони безпеки;
- площина, яка обмежує набір висоти при зльоті – враховується швидкість із якою вертоліт набирає висоту після зльоту;
- кінчна поверхня – поверхня, яка спрямована вгору в напрямку від границі внутрішньої горизонтальної поверхні або від верхньої границі перехідної поверхні, якщо не забезпечено внутрішню горизонтальну поверхню;
- перехідна поверхня – складна поверхня, яка розташована вздовж бокової границі зони безпеки та частини бокової границі поверхні заходу на посадку, спрямована ввєрх та вбік до внутрішньої горизонтальної поверхні чи встановленої попередньо відносної висоти.

### 3.3. Вітрове завантаження

Оскільки важкі транспортні вертольоти дуже часто здійснюють операцію зльоту із максимальною вагою, то напрямок вітру має особливо важливе значення. Наприклад, у випадку вітру, спрямованого у ніс вертольоту, підйомна сила зростає приблизно на 10-15%, в той же час, при боковому вітри значно знижується керованість повітряного судна.

Вітровим завантаженням злітно-посадкової площадки називають сумарну повторюваність вітрів, при яких бічна складова їхньої швидкості не перевищує розрахункового значення. В таблиці 3.2 наведено значення, необхідні для різних типів вертольотів.

Таблиця 3.2.

#### Вітрове завантаження в залежності від типу вертольоту

Тип вертольоту	Максимально	Мінімальне вітрове
----------------	-------------	--------------------

	допустима швидкість нормальної складової вітру, м/с	завантаження, %
Mi-6, Mi-26, Mi-8	10	97
Ka-26	8	94
Mi-2, Mi-4	5	87



Максимально допустиме значення кута  $\alpha_{max}$  між напрямком ЗПС і напрямком вітру, що віє зі швидкістю визначається за формулою

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{W_p}{W} \quad (3.1)$$

де  $W$  – бічна складова довільного вітру;

$W_p$  – розрахункове значення бічної складової довільного вітру.

Вітрове завантаження ЗПС розраховують за формулою:

$$BЗ = \sum_0^{90} P_{W \leq W_p} + \sum_0^{\alpha} P_{W > W_p}, \quad (3.2)$$

де  $\sum_0^{90} P_{W \leq W_p}$  – сумарна повторюваність вітрів усіх напрямків, швидкість яких не перевищує розрахункового значення;

$\sum_0^{\alpha} P_{\alpha}$  – сумарна повторюваність вітрів, що дмуть у межах кута  $\alpha_{max}$  зі швидкістю, яка перевищує розрахункове значення.

Зліт та посадка можуть виконуватись в двох протилежних напрямках, тому необхідно знати вітрове завантаження у суміщених напрямках. Ці дані наведено в табл.3.3.

Таблиця 3.3.

### Вітровий режим за суміщеними напрямками

Швидкість вітру, м/с	$\alpha_{max}$	Повторюваність вітрів за напрямками та швидкостями у відсотках				Всього по швидкості, %
		Пн-Пд	ПнСх-ПдЗх	Сх-Зх	ПнЗх-ПдСх	
від 0 до 10	90	20,4	27,8	22,2	25,2	95,6
від 10 до 15	41,81	0,7	1,4	1,3	0,6	4,0
від 15 до 18	33,75	0,0	0,1	0,3	0,0	0,4
Всього по напрямку, %	-	20,2	30,1	23,9	25,8	100

Більш наглядно про вітрове завантаження за напрямками можна отримати, якщо зобразити дані таблиці 3.3. графічно (рис. 3.4).

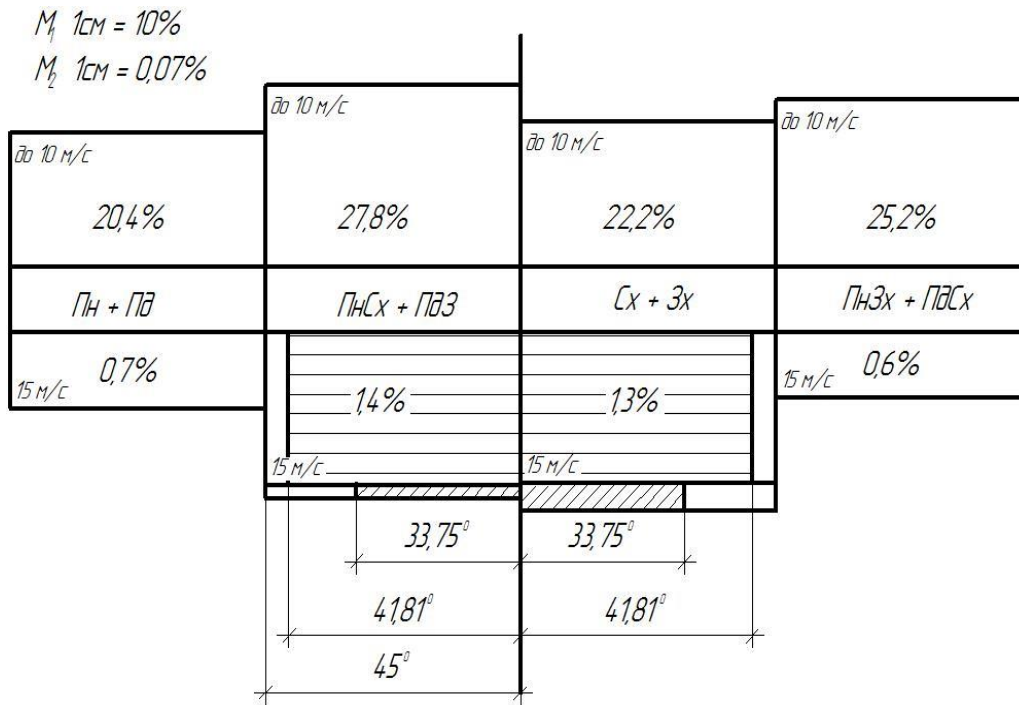


Рис.3.4. Суміщена діаграма напрямками

Що ж стосується загальних вимог, то можна порекомендувати:

– обмежити експлуатацію вертодрому при швидкості вітру понад 10 м/с, вертольотам із максимальною злітною вагою слід заборонити зліт, оскільки не гарантовано належний рівень безпеки;

– зліт слід виконувати у напрямку проти вітру, обдув у цьому напрямку дозволяє трішки збільшити підйомну силу, це особливо важливо при зльоті із максимальною злітною вагою або із невеликим перевантаженням.

## Розділ IV

### ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ВЕРТОДРОМІВ

#### 4.1. Вертикальне планування

Вертикальне планування - важливий елемент інженерної підготовки території. Її призначення - привести природний рельєф в стан, що відповідає найбільш сприятливим умовам для загального планувального рішення. Власне, сам процес створення проекту вертикального планування називається проектуванням рельєфу, а пояснювальна записка та креслення, отримані в результаті – проектом вертикального планування.

Для розробки технічно обґрунтованого й економічно виправданого проекту вертикального планування вертодрому або вертолітного майданчика потрібно значне число вихідних даних. До їх числа відносяться.

– Нормативні вимоги до проектної поверхні, що визначаються класом вертодрому.

– Топографо-геодезичні дані, які характеризують ситуацію і природний рельєф ділянки. Масштаби планів топографічної зйомки залежать від стадії проектування. При двостадійному проектуванні основою для розробки проекту вертикального планування на стадії технічного проекту служить план топографічної зйомки в масштабі 1:5000 з зображенням рельєфу горизонталями перетином 0,5 м, на стадії робочих кресленнях – план топографічної зйомки в масштабі 1: 2000 з зображенням рельєфу місцевості відмітками у вершинах квадратів нівелювальних сіток і горизонталями перетином 0. 25 м.

– Плани топографічної зйомки повинні захоплювати і місцевість, безпосередньо прилеглу до аеродрому. Це необхідно для визначення місця розташування можливих резервів ґрунта та кавальєрів. Також необхідно вирішення питання про відвід поверхневої води, здійснення сполучень поверхні

твердих покриттів із прилеглою місцевістю. Для цього використовують топографічні карти великих масштабів. На плані топографічної зйомки повинні бути нанесені контури елементів вертодрому/вертолітного майданчику.

– Інженерно-геологічні та гідрогеологічні дані: умови залягання і поширення основних видів ґрунтів, їх будівельні властивості, потужність ґрунтово-рослинного шару і його агротехнічні властивості; наявність, характер і поширення в плані фізико-геологічних явищ і процесів; умови залягання, рівень та режим руху ґрунтових вод, їх хімічний склад, імовірність підтоплення ділянки.

– Кліматичні дані, з яких найбільш важливими для розробки проекту вертикального планування є характеристика клімату району розташування аеродрому і аеродромних покриттів. Ці дані необхідні для визначення проектних і робочих відміток корита.

Наявність вказаних даних дозволяє прийняти всебічно обґрунтоване рішення про контури і висотне положення проектної поверхні, визначити обсяги робіт з ґрунтом, розробити схему переміщення ґрунту і робочі креслення для виносу проекту в натуру.

Об'ємна-планувальні та конструктивні рішення по вертолітної майданчику включають:

- підготовчі роботи з освоєння території;
- організацію рельєфу зі створенням стійкого не деформована ґрунтової основи;
- пристрій штучних покриттів, що сприймають навантаження від розрахункового типу повітряного судна;
- організацію надійного водовідведення від покриттів і ґрунтових ділянок;
- проведення інженерних заходів по обслуговуванню повітряних суден.

Перед початком виконання земляних та будівельних робіт на майданчику необхідно виконання підготовчих робіт:

- вирубка рідкісного чагарнику з корчуванням пнів в межах виконання земляних робіт та на ділянках тимчасового складування рослинного ґрунту;
- винос елементів майданчика і під'їзної автомобільної дороги в натуру;
- здійснення тимчасового водовідведення від майданчика будівництва.

Рішення по організації рельєфу спрямовані на:

- забезпечення надійного поверхневого водовідведення з усіх зон майданчики;
- стійкості укосів насипу до розмиву;
- сполучення під'їзної автодороги з трасою;
- відведення дощових і талих вод.

Розрахункова висота насипу під бетонним покриттям вертолітного майданчика прийнята 1,5 м.

Так як насип зводиться на природній основі з торфу і торфу з мулових відкладенням передбачається укладання синтетичного матеріалу Stabilenka фірми HUESKER і георешітки Fortrac або еквівалент даного матеріалу з аналогічними технічними характеристиками, на поверхню торфу для стійкості, стабілізації та підвищення несучої здатності тіла насипу.

Для визначення синтетичного матеріалу необхідно провести розрахунок конструкції і несучої здатності покриття вертолітного майданчика.

Технологія укладання синтетичного матеріалу повинна відповідати рекомендаціям заводу-виробника. З огляду на залягання в основі насипу слабких ґрунтів необхідно передбачити збільшення обсягу насипу земляного полотна з урахуванням обтиску торф'яного шару і мулових відкладень на 15%.



Мінімальні та максимальні ухили по майданчику (рис.4.1) прийняті відповідно до вимог «Керівництво по вертодрому» (DOC 9261-AN / 903) та СНиП 32.03-96 (СНиП 2.05.08-85) «Аеродроми». Поздовжні і поперечні ухили під'їзної автодороги прийняті відповідно до СНиП 2.05.02-85 "Автомобільні дороги".

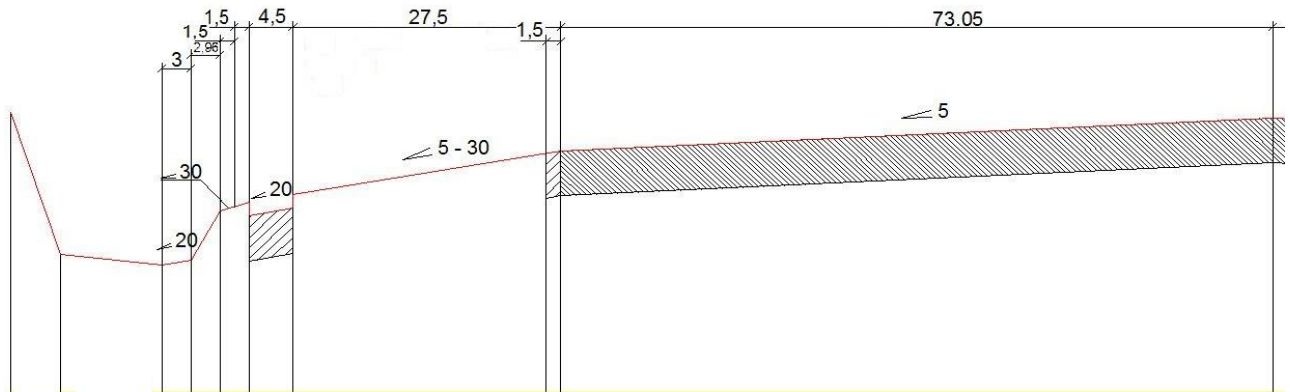


Рис. 4.1. Ухили покриття вертодрому

Організація рельєфу робочої площі штучного покриття вирішена ухилами від 10%, зони безпеки і зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (грунтова частина) з ухилами від 15 до 30%. Крутизна закладення укосів насипу прийнята 1:2 не тільки з метою зменшення швидкості течії води і виключення резюмував, але і для плавного зміни повітряного потоку від несучих гвинтів вертольотів. Для зведення насипу передбачено використовувати розкривної скельний ґрунт з кар'єра. При влаштуванні насипу максимальні розміри уламків ґрунту не повинні перевищувати 20 см в шарі 0,50 м під штучним підставою вертолітного майданчика і під'їзної автодороги.

Коефіцієнт стандартного ущільнення скельного ґрунту має становити. Проте 0,95 відповідно до вимог СНиП 32.03.96. Після завершення земляних робіт передбачається комплекс агротехмероприятій на ґрунтовій частині вертолітного майданчика, що включає в себе розподіл рослинного ґрунту з внесенням добрив в 50% до норми на спланованих ґрунтових ділянках і схилах насипу. Решта добрив вноситься безпосередньо перед посівом трав.

Для створення міцного дернового покриву засів трав проводиться в подвійній нормі. Підбір кількості насіння травосуміші і добрив проведений відповідно до «Технічними вказівками по біохімічному зміцненню ґрунтових і дернових покриттів на аеродромах »(ВСН 36-69). При виробництві земляних робіт необхідно керуватися вимогами СНиП 32-03-96, СНиП 3.06.06-88 «Аеродроми», СНиП 3.02-02-87 «Земляні споруди». Послідовність робіт і необхідні акти на приховані роботи необхідно виконувати згідно зі СНиП 3.01.01-85\* «Організація будівельного виробництва».

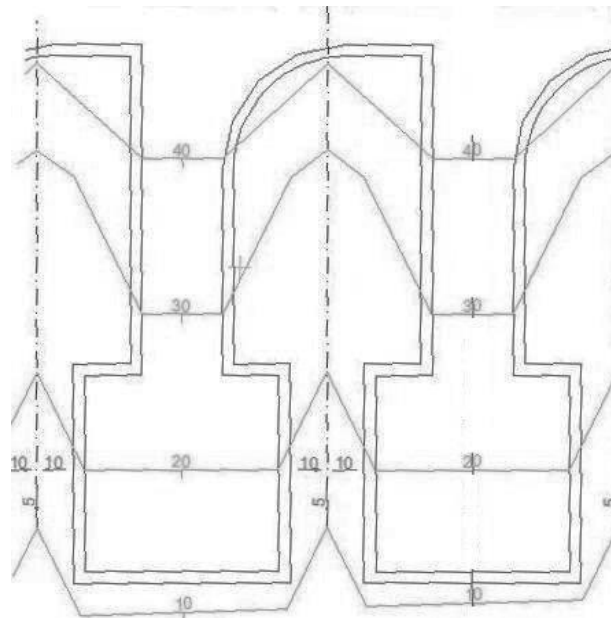


Рис 4.2. Проектні горизонталі на ділянці вертодрому

Водовідвід з штучних покриттів і ґрунтових ділянок прийнятий поверхневий за рахунок поперечних і поздовжніх ухилів за межі ділянки в понижені місця рельєфу і водовідвідну каналу. Для відсіпки насипу середньою висотою до 1,5 м під пристрій вертолітної майданчики і під'їзної автодороги використовується дренаючих скельний ґрунт, тому відповідно до СНиП 32-03-96 будівництво дренажної системи для відведення води з підстави покриттів не передбачається.

У 30 м від західної кромки вертолітного майданчика влаштовується водовідвідна канава з метою виключення підтоплення майданчика будівництва.

Водовідвідна канава конструктивна задана глибиною від 1 м і шириною по дну 1 м, що дозволяє перетину канави мати значний запас пропускної здатності і канава не буде переповнюватися при інтенсивному дощі і сніготаненні. на всім протягом канава зміцнюється кам'яною накидкою  $H = 0,15$  м з несортоване каменю кар'єра.

#### **4.2. Нормативні вимоги**

Оскільки окремого нормативного документу для проектування вертолітних майданчиків та вертодромів поки що не існує, при проектуванні вертикального планування використовувались вимоги СНиП 2.05.08-85. Проект вертикального планування забезпечує:

ухил покриття вертолітного майданчика як мінімум 0,005;

укріплені узбіччя та ґрунтові узбіччя мають ухил в межах 0,005 – 0,030;

ґрунтова спланована ділянка має мінімальні ухили 0,005.

Основне завдання, яке ставилось при розробленні проекту вертикального планування полягає в тому, що прийняті ухили повинні забезпечити стійкість ґрунтової основи та швидке відведення поверхневої води у систему водовідведення.

До того ж повинне бути забезпечене нормативне підняття поверхні покриття над максимально високим рівнем ґрунтових вод. Згідно із СНиП 2.05.08-85 це підвищення повинне становити близько 1,1 м.

При вивченні роботи покриття в процесі експлуатації об'єкту зазвичай вважається, що покриття є абсолютно водонепроникним, а вся вода з нього відразу направляється в систему водовідведення. Для досягнення прийнятної водонепроникності покриття, особливу увагу приділяють герметизації швів між

плитами. При реконструкції обов'язково перевіряється стан всіх швів, при необхідності виконується їх відновлення.

Руйнування деформаційного шва можливе від того, що в період будівництва покриттів була неправильно виконана первісна герметизація швів, що призводить до багаторазового повторення операції з заливки швів під час експлуатації. Крім цього мастика руйнується через прямого контакту з пневматиками опор, особливо при посадці. У зоні цього контакту виникають досить значні за величиною зсувні напруги. Жодна мастика, застосовувана для герметизації швів, не має здатності сприйняття подібних напружень без руйнування.

Мастика не призначена для силового участі в роботі покриття, її роль - тільки герметизація швів. Дуже важливо, щоб мастика в шві була трохи заглиблена для виключення контакту з пневматиками. Для зменшення виникаючих напружень повинен застосовуватися шнур ущільнювача з пористої гуми або іншого матеріалу, який одночасно забезпечує істотну економію мастики.

Ухили покриття та ґрунтової частини забезпечують ефективне відведення стоків за межі вертодрому. Фрагмент проекту вертикального планування наведено на рис.4.3.

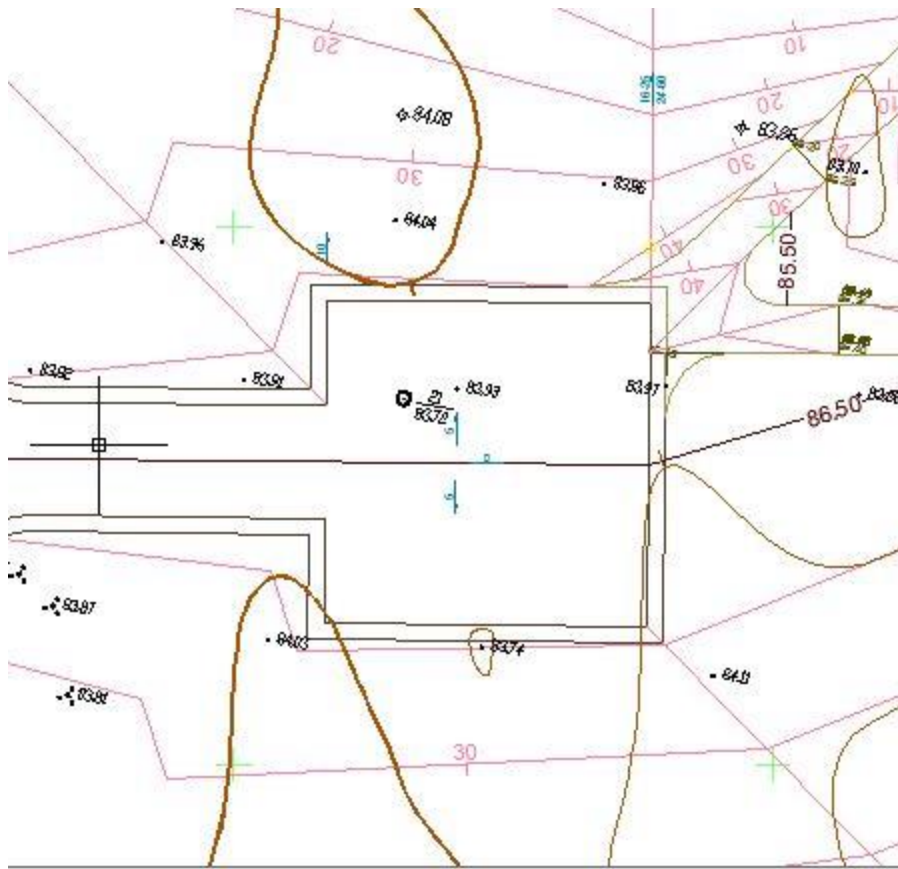


Рис.4.3. Проектні горизонталі на ділянці вертодрому навколо вертолiтного майданчика

Враховуючи невелику площу водозбiрного басейну прийнято рiшення про використання водовiдводу вiдкритого типу. Як видно поверхнєвi води за рахунок ухилiв покриттiв вертодрому вiдводяться до водовiдвiдної канави, потiм за рахунок природного ухилу дiлянки будiвництва вода вiдводиться за межi вертодрому.

## Розділ V

### КОНСТРУКЦІЯ ПОКРИТТІВ ВЕРТОДРОМІВ

#### 5.1. Загальні відомості конструкцій

Конструкції штучних покриттів гелікоптерного майданчику визначені з урахуванням:

- кліматичних, гідрогеологічних і ґрунтових умов площадки будівництва;
- експлуатаційного навантаження;
- наявності місцевих будівельних матеріалів;
- вимог СНиП 2.05.08-85 «Аэродромы».

Конструкція покриття вертолітного майданчика прийнята з умови забезпечення несучої здатності від розрахункового типу повітряного судна - вертольота Мі-8. Розрахунок товщини покриття проводився відповідно до СНиП 32-03-96 (СНиП 3.06.06-88) «Аеродроми» для групи ділянок А під V категорію нормативного навантаження.

В результаті розрахунків отримана конструкція покриття жорсткого типу з цементобетона на підставі з щебеневої суміші:

- цементобетон  $B_{tb} 4,0$   $H = 0,20$ ;
- прокладка поліетиленова аеродромна (ППА);
- щебенева суміш фракції 20-40 мм,  $H = 0,25$  мм.

Наведена конструкція покриття достатня для сприйняття навантажень без обмеження інтенсивності руху та злітної маси вертольота середнього класу. Класифікаційне число жорсткого аеродромного покриття PCN становить 11 / R / A / X / T.

Плити аеродромні в сучасних умовах виготовляються з важкого бетону. Їх застосування поширене для облаштування збірних покриттів постійних або тимчасових аеродромів (для майданчиків, злітно-посадкових смуг і т.д.). Широке застосування ПАГ також знаходять при будівництві автомобільних доріг і майданчиків під автотранспорт високої тоннажності, а також великих терміналів та іншого. ПАГ відрізняються від звичайних дорожніх плит ПДН своєю високою міцністю і надійністю. Досить часто аеродромна плита також використовується для установки баштових кранів.

Тип покриття під'їзної автодороги і развортной майданчики прийнятий в відповідно до проекта ГУП «Автодорпроект» з щебневої суміші фракції 40-70 мм, товщиною 25 см, серповидного профілю. Узбіччя уздовж автомобільної під'їзної дороги відсипаються з щебеневої суміші фракції 0-40 мм. Проектна марка бетону прийнятий 400, клас бетону на стиск В30, на розтяг при згині В<sub>тб</sub> 4,0 і відповідає вимогам ГОСТ 26633-91. Морозостійкість бетону прийнята по СНиП 32-03-96 «Аеродроми» і повинна бути не менше F200. Щебенева суміш, що застосовується в підставі покриття, повинна мати фракцію 20-40 мм і відповідати ГОСТ 25607-94. Марка щебеню по міцності повинна бути не менше 300, морозостійкість не менше F50.

Після досягнення бетоном міцності В15 покриття майданчика розрізається в плані на плити 4х4 м і заповнюються герметиком ГОСТ 30740-2000 з витратою 0,25л на погонний метр з укладанням ущільнювального шнура діаметром 15 мм ТУ 2549-022-05768013-98. Цементобетонне покриття влаштовується засобами малої механізації, тому всі шви між плитами є технологічними. Для продовження терміну служби цементобетонного покриття, водонепроникності та стійкості до впливу корозійних чинників проектом передбачена обробка штучних покриттів просочувальним складом СПА (ТУ 38.303-03-038-90). Склад СПА наноситься на покриття в два шару з витратою 600 г / м.

Для зняття статичної електрики передбачено заземляюче пристрій, конструкція якого прийнята відповідно до «Керівництва по експлуатації цивільних аеродромів».

Маркировка искусственного покрытия вертолетной площадки выполняется в соответствии с «Руководством по вертодромам» (DOC 9261-AN/903), для площадок, находящихся на уровне поверхности и предназначенных для дневных полетов в визуальных метеорологических условиях.

На покриття наносяться такі маркувальні знаки:

1. Розпізнавальний маркування вертолітного майданчика наноситься у вигляді літери «Н» білого кольору в центрі зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту. Поперечна лінія букви «Н» розташовується під прямим кутом до кращого напрямку посадки і зльоту.

2. Маркування зони приземлення і відриву є суцільною білу лінію шириною 30 см, нанесену по периметру ВП.

3. Маркування місця приземлення є окружність у вигляді суцільної лінії жовтого кольору шириною 0,5 м з внутрішнім діаметром 11 м.

Всі маркувальні знаки наносяться емалевими фарбами за два рази з витратою  $0,5 \text{ кг} / \text{м}^2$ . Можливе застосування фарб з ефектом світловідбивання.

Справжнім проектом не передбачається установка комплексу візуальних засобів посадки та злету, так як експлуатація вертолітного майданчика здійснюється тільки в денний час в умовах хорошої видимості.

## **5.2. Переваги використання матеріалів ТЕХНОКОЛЬ**

Екстрадований пінополістирол (або екструзійний пінополістирол) - це нове слово в сфері теплоізоляційних технологій. Це матеріал з рівномірною структурою, що складається з повністю закритих дрібних (0,1-0,2 мм) осередків.



Для його виробництва гранули полістиролу змішують при високому тиску і температурі, вводять спінюючий агент (суміші легких фреонів і двоокис вуглецю), після чого видавлюють з екструдера.

Навіть не дивлячись на те, що матеріал почали виробляти більше 60-ти років тому, він як і раніше не має аналогів ні в Росії, ні в світі. Пінополістирол ТехноНІКОЛЬ це універсальний утеплювач в усіх відношеннях. Плити з цього матеріалу можуть використовуватись і для формування основи руліжних доріжок, що дасть надійний захист від ґрунтових вод.

По-перше, екстрадований пінополістирол дозволяє ефективно здійснювати теплоізоляцію самих різних об'єктів, конструкцій і споруд. Іншими словами, він має дуже широку сферу застосування. XPS ТехноНІКОЛЬ використовують при влаштуванні теплоізоляції підлог, стін, фундаментів, покрівлі, а також різних інженерних споруд та доріг. Таким чином, екстрадований пінополістирол знаходить застосування як в промисловому, так і в приватному будівництві.

По-друге, утеплювач XPS ТехноНІКОЛЬ володіє унікальними технічними характеристиками. За загальним визнанням,, йому властиві найнижчі показники теплопровідності в ряду іншої аналогічної продукції. Крім того, XPS ТехноНІКОЛЬ характеризується хімічною стійкістю, високою міцністю на стиск, водо- і паро непроникністю, а також стійкістю до утворення цвілі і грибків. Таким чином, екстрадований пінополістирол ТехноНІКОЛЬ не тільки забезпечує теплоізоляцію, а й ефективно перешкоджає впливу цілого ряду інших руйнівних і негативних факторів.

Серед інших якостей утеплювача з пінополістиролу XPS ТехноНІКОЛЬ - практично повна відсутність водопоглинання. Результати проводилися випробувань свідчать, що водопоглинання цього матеріалу становить не більше 0,2% за об'ємом. При цьому заповнюються лише пори, розташовані на поверхні, а всередину екстрадованого пінополістиролу волога не потрапляє. Завдяки цій

якості матеріал можна з успіхом застосовувати для влаштування підлоги, покрівлі та підвалу, причому додатковий захист матеріалу не потрібно.

### **5.3. Використання пінополістиролу в якості основи покриття**

Вимоги до рівності, шорсткості та довговічності аеродромних покриттів особливо жорсткі. Це обумовлено високою складністю та ступенем відповідальності об'єкту. Враховуючи те, що об'єкт реконструкції розташовано на території із помірними кліматичними умовами, температура взимку може сягати -20 – -30°C особливу увагу слід приділити захисту від низьких температур та заходам по забезпеченню стабільності основи покриття.

Для вирішення поставлених задач може використовуватись такий матеріал як пінополістирол виробництва ТЕХНОКОЛЬ CARBON. На відміну від інших подібних матеріалів пінополістирол цього виробника окрім видатних теплоізоляційних властивостей без наслідків може переносити механічні впливи та характеризуються високою стійкістю до агресивного середовища. Пінополістирол може використовуватись в якості теплоізоляційного шару не тільки для автомобільних доріг, але і для теплоізоляції основи руліжних доріжок та злітно-посадкової смуги.

Такий підхід дозволить не тільки зменшити витрати на улаштування традиційних морозозахисних шарів та шарів для захисту від здимання.

Саме здимання ґрунтів під час замерзання у волого насиченому стані є найбільш небезпечним процесом з точки зору збереження цілісності та рівності покриттів аеродромів та автомобільних шляхів. В кількісному відображенні збільшення замерзлого вологого ґрунту можна оцінити приблизно в 9-10%, причому збільшення об'єму відбувається в напрямку найменшого апарату. У випадку автомобільних доріг, ЗПС та руліжних доріжок це означає, що переміщення відбувається у напрямку покриття. Як наслідок – на поверхні рівного покриття з'являються уступи. Використання пінополістиролу дозволить виключити можливість виникнення цього ефекту, конструкцію покриття наведено на рис.5.1.

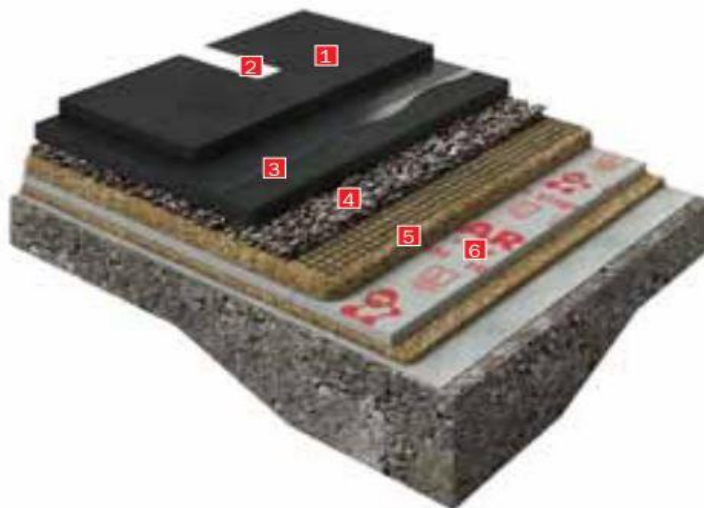


Рис.5.1. Конструкція дорожнього одягу із використанням екструзійного пінополістиролу: 1 – асфальтобетон; 2 – емульсія бітумна дорожня; 3 – шар асфальтобетону; 4 – щебінь, оброблений бітумною емульсією; 5 – пісок; 6 – екструзійний пінополістирол

Характеристики цього матеріалу наведено в табл.5.1.

Таблица

5.1.

### Характеристики матеріалу ТЕХНОКОЛЬ CARBON

Фізико-механічні властивості	Од. вим.	ТЕХНОКОЛЬ CARBON ТУ У В.2.7-22.2-32944149-008:2013			
		CARBON PROF 300RF	CARBON PROF 300	CARBON PROF 400RF	CARBON PROF 400
1	2	3	4	5	6
Область застосування		Теплоізоляція дахів, підлог, фундаментів. Здатен сприймати навантаження, може також використовуватись для утеплення цоколів та фасадів			
Товщина	мм	50, 60, 80, 100	50, 60, 80, 100	80, 100, 120	80, 120
Густина	кг/м <sup>3</sup>	28-35		30-36	

## Продовження таблиці 5.1.

1	2	3	4	5	6
Теплопровідність	Вт/м·К	0,028	0,028	0,028	0,028
Водопоглинання	%	0,2	0,2	0,2	0,2
Міцність на стиск при 10% деформації	кПа	300	300	400	400
Міцність при вигині	кПа	350	350	400	400
Довжина	мм	1180, 1200, 2380, 3000, 4000, 4500			
Ширина	мм	580, 600			
Група горючості		Г1	Г4	Г1	Г4
Група займистості		В2	В2	В2	В2
Група по димоутворенню		Д3	Д3	Д3	Д3
Токсичність продуктів горіння		Т2	Т2	Т2	Т2
Гладка кромка		+	+	+	+
L образна форма		+	+	+	+
S образна форма		-	-	-	-
T образна форма		-	-	-	-
Робочі температури		від -50 до +75			
Коефіцієнт паропроникності	м г / (м·ч·Па)	0,01	0,01	0,01	0,01
Питома теплоємність	кДж/ (кг·°С)	1,42	1,42	1,42	1,42
Модуль пружності	МПа	17	17	17	17
Теплопровідність А	Вт/м·К	0,032	0,032	0,032	0,032
теплопровідність Б	Вт/м·К	0,032	0,032	0,032	0,032

Запропонована конструкція складається з таких конструктивних шарів:

нижній шар – екструзійний пінополістирол;

пісок;

щебінь, оброблений бітумом;

Покриття з двох шарів асфальтобетону. В якості в'язучого пропонується використовувати полімерна-бітумне в'язуче ТЕХНОНІКОЛЬ.

## Розділ VI

### ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Проект організації будівництва розроблений відповідно до МДС 12-81.2007 «Методичні рекомендації з розробки та оформлення проекту організації будівництва та проекту виконання робіт». Спосіб виробництва робіт - підрядний. Генеральна підрядна організація визначається на тендерній основі.

Забезпечення будівництва трудовими ресурсами передбачається за рахунок існуючого штатного розкладу будівельної підрядної організації. Забезпечення будівельними матеріалами - відповідно до договірних поставкам.

Забезпечення адміністративно-побутовими будівлями, складськими приміщеннями і приміщеннями допоміжного виробництва - за рахунок існуючих у підрядника тимчасових будівель пересувного і контейнерного типу і установки їх на будмайданчику.

Забезпечення потреб будівництва електроенергією - від пересувного джерела. Вода привізена. Для зведення насипу передбачено використовувати місцевий скельний ґрунт з кар'єру.

Відповідно до рекомендацій «Керівництва по експлуатації цивільних аеропортів РФ» (Реган РФ-94) до виконання будівельно-монтажних робіт слід приступати при наявності проекту виконання робіт, розробленого підрядною будівельною організацією.

Тривалість будівництва об'єкта розрахована з нормативної трудомісткості обсягу робіт 5040 чол. Час і розрахункової кількості робітників у найчисленнішу зміну. Число робочих в найбільш численну зміну розраховане:  $0,7 \times 13 = 9$  чол. При 40-годинному робочому тижні в місяці 22 робочих дня тривалістю 8 годин.

$$T = 5040 / (8 \times 22 \times 9) = 3,15 \text{ міс.} \quad (6.1)$$

Відповідно до технології твердіння і догляду за цементобетонному, тривалість періоду набору покриття проектної міцності становить 28 діб. У слідстві з технологією виробництва та розрахунковими даними тривалість будівництва об'єкта складе 4 місяці.

### **6.1. Загальні положення маркування вертолітного майданчика**

На вертолітному майданчику, який призначено для постійної експлуатації, передбачається декілька видів маркування, улаштування освітлення (для зльоту та посадки в темний час доби) та вітровказівник. Можна виділити декілька типів маркування.

**Пізнавальне маркування** – вертодромне пізнавальне маркування розташовується в межах зони FATO, в центрі або поблизу центру зони або, якщо вона використовується в поєднанні із маркуванням ЗПС, то в кожному кінці зони. Вертодромне пізнавальне маркування, за винятком маркування для вертодрому при лікарні, складається з букви "Н" білого кольору.

Пізнавальне маркування для вертодрому орієнтується таким чином, щоб поперечна лінія букви Н була розташована під прямим кутом до напрямку кінцевого етапу заходу на посадку.

**Маркування допустимої ваги.** Обов'язковим такий тип маркування є для вертопалуб та для вертолітних майданчиків, при піднятих над рівнем землі. Однак, на наземних вертолітних майданчиках також може вказуватись допустима вага вертольота.

Маркування максимально допустимої маси повинна розташовуватися в межах зони TLOF таким чином, щоб вона була добре видимою з напрямку, що є кращим для кінцевого етапу заходу на посадку [4, 5]. Маркування максимально допустимої маси складається з однозначною, двозначного чи тризначного числа. Маркування виражається в тонах (1000 кг) з округленням до найближчих кг, після якої слідує буква "т". У тих випадках, коли

максимальна вага вказується в фунтах, а не в тонах, то вказується допустима маса вертольота в тисячах фунтів з округленням до найближчої тисячі фунтів. На рис.6.1 наведено розміри цифр та букв для маркування майданчика.

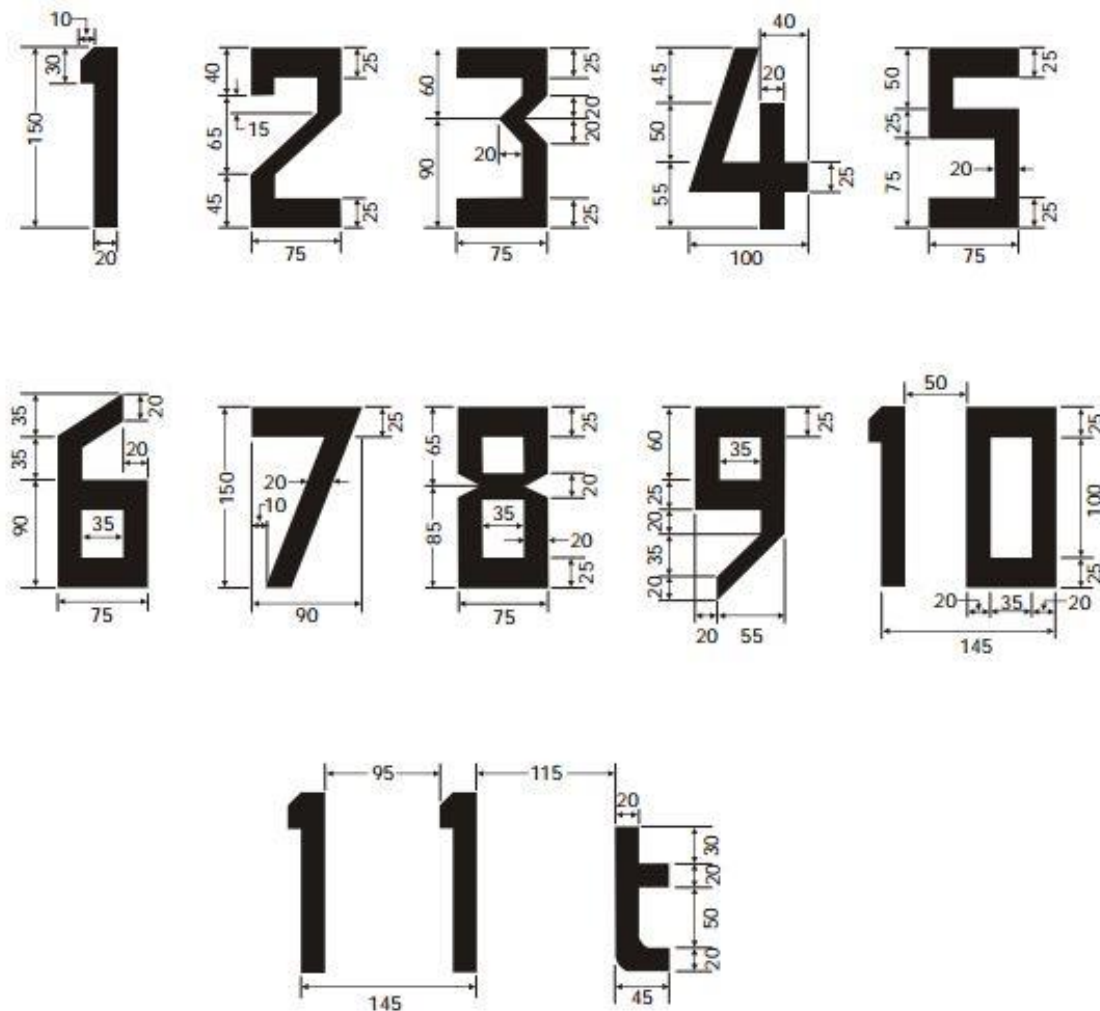


Рис.6.1. Розміри цифр та букв для маркування майданчика

**Маркування зони приземлення та відриву.** Представляє собою суцільну лінію білого кольору яка наноситься по периметру вертолітного майданчика. Дане маркування вказує межі зони приземлення і відриву.

**Маркування зони приземлення.** Маркування точки приземлення заданого місця розташування розташовується таким чином, що, коли крісло пілота знаходиться над маркуванням, шасі буде розміщуватися всередині зони, яка

витримує відповідне навантаження і всі частини вертольота будуть перебувати на безпечній відстані від будь-якої перешкоди.

Воно представляє з себе коло жовтого кольору із внутрішнім діаметром, рівним половині діаметру найбільшого вертольоту, для якого призначене це маркування. Для вертольота Мі-8 являє собою окружність у вигляді суцільної лінії жовтого кольору шириною 0,5 м з внутрішнім діаметром 22,5 м. Зразок маркування наведено на рис.6.1.

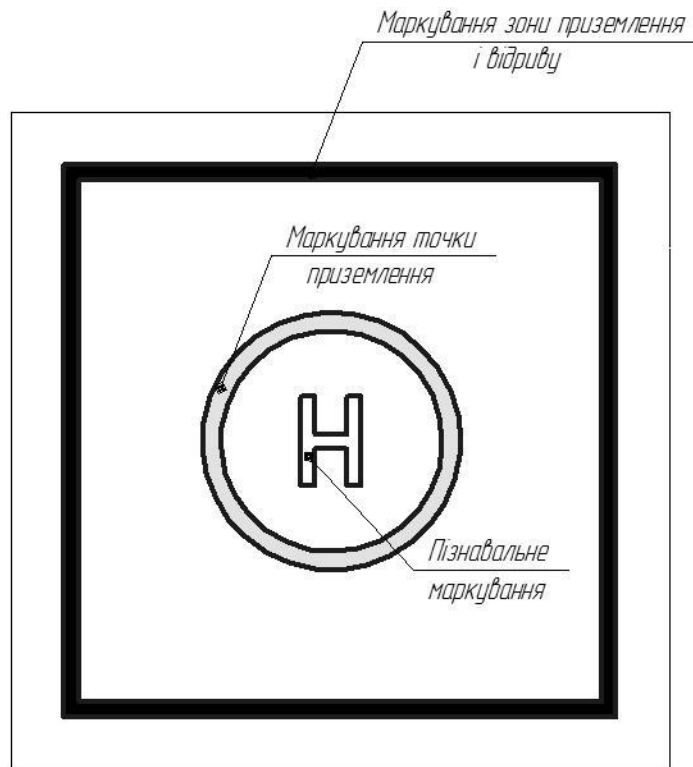


Рис.6.1. Маркування вертодромного майданчика

## 6.2. Вітровказівник

Вітропоказчики складається з підставки, опорної стійки, на якій закріплений понижуючий (220/12 В) трансформатор, щогли, у вигляді послідовно з'єднаних її елементів - труби, поворотного вала, перехідника і стійки, а також вогню червоного кольору, чотирьох освітлювачів і конуса. Підставка вітровказівника



виконана у вигляді зварної рамної конструкції і обладнана опорами. Опорна стійка фіксується в робочому положенні нижнім упором з хомутом.

Верхній упор служить опорою для щогли, при переведенні її в горизонтальне положення. Понижуючий трансформатор кріпиться до основи опорної стійки болтовим з'єднанням.

Корпус трансформатора герметичний і обладнаний двома вводами. Кабелем, армованої виделкою Вітропоказчики підключається до мережі. Кабелем до трансформатора приєднуються освітлення вітровказівника. На поворотному валу хомутами встановлено кільце, до якого за допомогою капронового шнура закріплений конус вітровказівника. Загальний вигляд вітровказівника наведено на рис.6.2.

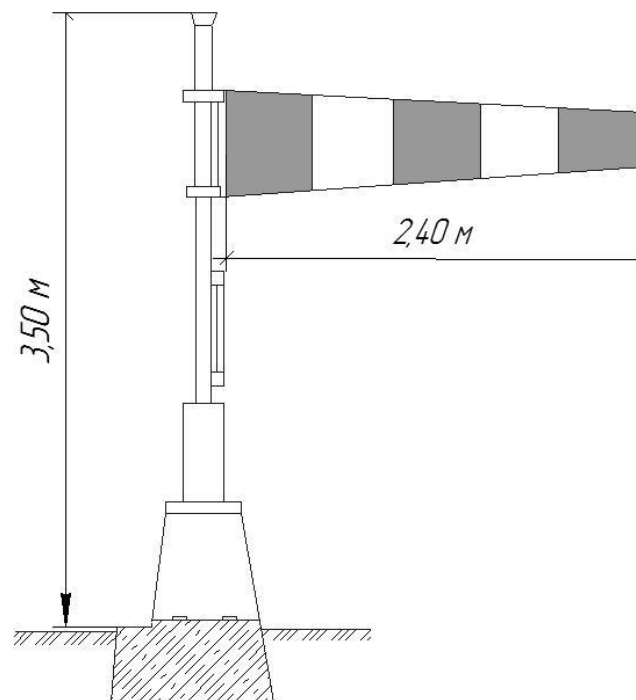


Рис. 6.2. Орієнтовні розміри вітровказівника

Конус виконаний з легкої щільної тканини і має п'ять різних по ширині смуг - три помаранчеві і дві білі. Загороджувальний вогонь з лампою КГМ12-40-2, встановлений у верхній частині стійки і обладнаний консолями з освітлювачами,

що забезпечують підсвічування конуса Вітропоказчики. В освітлювачах застосовуються лампи типу КГМ12-40.

### 6.3. Освітлення вертолітного майданчика

Там, де зона FATO встановлюється на вертодроми, розташованому на рівні поверхні землі, призначеному для використання вночі, забезпечуються вогні зони FATO, за винятком тих випадків, коли вони можуть не забезпечуватися там, де зона FATO і зона TLOF майже збігаються або протяжність зони FATO можна чітко визначити без додаткового позначення викликає сумнівів. Запропоновану систему освітлення можна прийняти такою ж, як і для решти вертолітних майданчиків на вертодроми, схему розташування освітлювальних приладів наведено на рис.6.3.

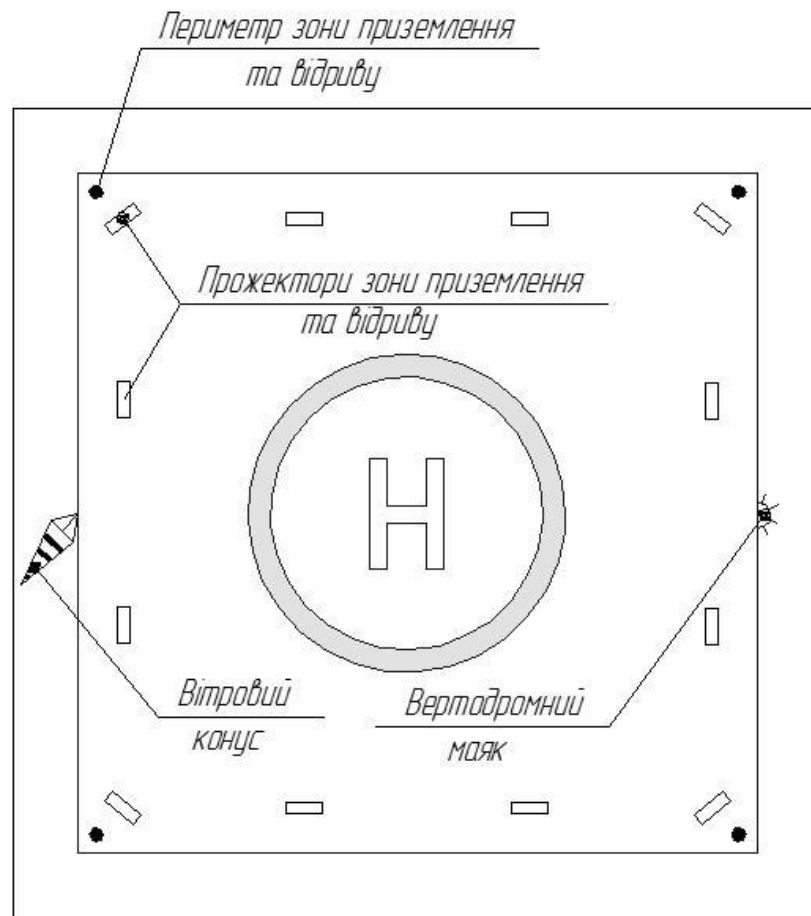


Рис. 6.3. Схема розташування освітлювальних засобів

Середній рівень горизонтальної освітленості прожекторами, виміряний на поверхні зони TLOF, повинен становити принаймні 10 люкс при коефіцієнті рівномірності освітлення (середнє до мінімуму) не більше 8:1. Прожекторне освітлення слід належним чином екранувати, аби уникнути безпосереднього візуального контакту пілота з джерелом світла на будь-якому етапі посадки.

#### **6.4. Технологія будівництва покриття вертолітного майданчика та місць стоянки**

Місця стоянки вертольотів та вертолітний майданчик мають наступну конструкцію покриття:

- ущільнена ґрунтова основа;
- гідроізоляційний прошарок з бітуму з витратою бітумної емульсії 2% від маси піску;
- пісок середньої крупності;
- плити ПАГ-14.

Укріплене узбіччя має схожу конструкцію покриття:

- ущільнена ґрунтова основа;
- гідроізоляційний прошарок з бітуму з витратою бітумної емульсії 2% від маси піску;
- пісок середньої крупності;
- щебінь з просоченням верхнього шару бітумом;
- крупнозернистий асфальтобетон.

Проект реконструкції передбачає збільшення геометричних розмірів вертолітного майданчика та посилення покриття вертолітного майданчика – замість плит ПАГ пропонується використання ПАГ 18. Це дозволить майданчику приймати важкі вертольоти із злітною вагою понад 50 т. Поширення руліжних доріжок не є необхідним.

#### **6.5. Склад робіт при реконструкції вертолітного майданчика**

В процесі реконструкції послідовно виконується декілька операцій: зрізання рослинного ґрунту, планування ділянки, заміна плит покриття, зварювання скоб та герметизація деформаційних швів.

*Видалення рослинного ґрунту.* Наявність рослинного шару ґрунту в основі штучних вертодромних покриттів не допускається. Тому такий ґрунт підлягає зняттю і видаленню. До початку виконання робіт по зрізку ґрунту рослинного шару повинні бути виконані наступні роботи:

винесені осі і позначені межі майданчика (траси);

виконання робіт;

вказані місця відсипання відвалів рослинного ґрунту;

проведена робоча розбивка майданчика із закріпленням розбивочних знаків.

При зрізанні ґрунту рослинного шару човниковим способом згідно із заповненням відвалу ґрунтом, його переміщення виконується при русі бульдозера вперед, а холостий хід – при русі бульдозера заднім ходом по тій же прямій.

Зрізання ґрунту рослинного шару бульдозером на майданчику ведеться від середини ділянки в обидві сторони, утворюючи двостороннє розміщення відвалів.

*Підготовка основи та гідроізоляції.* Перед виконанням подальших етапів необхідно виконати ущільнення ґрунту основи. Для цього пропонується використовувати гладко вальцюві котки, а ущільнення виконується до рівня 0,95-0,98. Суміш піску та бітуму, яка укладається на ущільнену основу, буде виконувати роль гідроізоляційного прошарку.

*Улаштування шару з піску.* Розрівнювання відсипаємих обсягів піску здійснюють бульдозерами з подальшим формуванням і підготовкою важким автогрейдером розрахункового шару завтовшки (в неущільненому стані), встановленої проектом, для подальшого ущільнення кулачковими і гладковальцовими віброкотками. Доставка піску виконується автосамоскидами.

Для профілювання і одночасного ущільнення піщаного шару можна використовувати самохідні профілювальні машини, призначені для підготовки

основи при влаштуванні монолітних бетонних покриттів. Такі машини зазвичай мають профільюючий відвал і ущільнюючий вібраційний брус. З їх допомогою можна ущільнювати шари піску товщиною до 20-30 см. Вирівнюючи шари невеликої товщини ущільнюють за один прохід машини. Ущільнення піску, не обробленого в'яжучим, найбільш ефективно при його оптимальній вологості. Так як природна вологість пісків зазвичай менше оптимальної, то перед ущільненням піщані шари варто штучно зволожувати поливанням.

Ущільнюють піщаний шар тільки при оптимальній вологості піску, яка орієнтовно має становити 7-9%. Дані про оптимальну вологість дає лабораторія. Якщо пісок має недостатню вологість, то його поливають водою з поливо мийної машини. Норму розподілу води дає лабораторія.

При вологості піску більше оптимальної пісок просушують при перемішуванні його автогрейдером. Ущільнення піщаного шару закінчують після виконання встановленого числа проходів катка по одному сліду і після перевірки щільності представником лабораторії.

*Щебневий шар із просоченням його бітумом.* Для просочення використовують щебінь, розділений на фракції, наприклад, розміром 40-70, 20-40, 10-20 (або 15-20), 5-10 (або 3-10) мм. При глибині просочення менше 8 см першу фракцію (40-70 мм) не застосовують. Останню, найбільш дрібну фракцію, призначену для захисного шару, не застосовують при влаштуванні основ.

Обсяг щебню основної (першої) фракції розміром 40-70 мм або 20-40 мм слід визначати з урахуванням коефіцієнта 0,9 до проектною товщині конструктивного шару і збільшення цього обсягу в 1,25 рази на ущільнення. Основну фракцію щебню рівномірно розподіляють по всій ширині проїзної частини, дотримуючись необхідні рівність і поперечний профіль. В окремих випадках, наприклад, при неможливості забезпечення об'їзду ділянки, що будується допускається влаштування покриття по черзі по половинкам проїжджої частини.

Розподілений щебінь спочатку ущільнюють легкими катками (5-6 т) за 2-3 проходу по одному сліду, починаючи ущільнення від краю проїжджої частини. Потім ущільнення продовжують важкими катками (10-12 т). Щебінь невисокої міцності (марки 600), щоб уникнути дроблення ущільнюють тільки легкими катками масою до 6 т. При ущільненні стежать за тим, щоб не відбувалося дроблення щебню.

Число проходів катка по одному сліду встановлюють пробним ущільненням. При ущільненні постійно контролюють щільність поверхні і поперечний профіль за допомогою поперечної рейки і шаблонів. Всі нерівності мають бути усунені в самій початковій стадії ущільнення. Щебінь, як правило, ущільнюють без поливання водою. Коли температура повітря вище 20° С, щебінь невисокої міцності доцільно поливати по нормі 8-10 л води на 1 м<sup>2</sup> поверхні. Після ущільнення основної фракції розливають в'язучий, при цьому емульсію можна розливати по вологому щебню.

*Укладання плит покриття ПАГ-18.* Перед укладанням плит в покриття виконують розбивку смуги покриття в плані. Розбивку по висоті не роблять, але вході укладання перевіряють нівеліром вертикальні позначки і поперечні ухили.

При односкатному профілі покриття укладку плит починають від верхнього краю покриття. При двоскатному профілі укладку плит ведуть від середини покриття в обидві сторони довгою стороною паралельно осі покриття.

Плити укладають краном КС-4561А з установкою його на аутригери. Кран повинен бути оснащений траверсами, забезпеченими монтажними тросами або ланцюгами з чотирма крюками. З одного боку крана укладають чотири плити. Автокран встановлюють на початку ділянки на раніше укладені плити. Поворотом крана встановлюють стрілу над плитою, що знаходиться в штабелі на узбіччі, стропу її, просмикуючи гаки захоплення в монтажні петлі, і переносять плиту на місце укладання, орієнтуючи її довгою стороною паралельно осі покриття. Схему установки плит покриття наведено на рис.6.4.

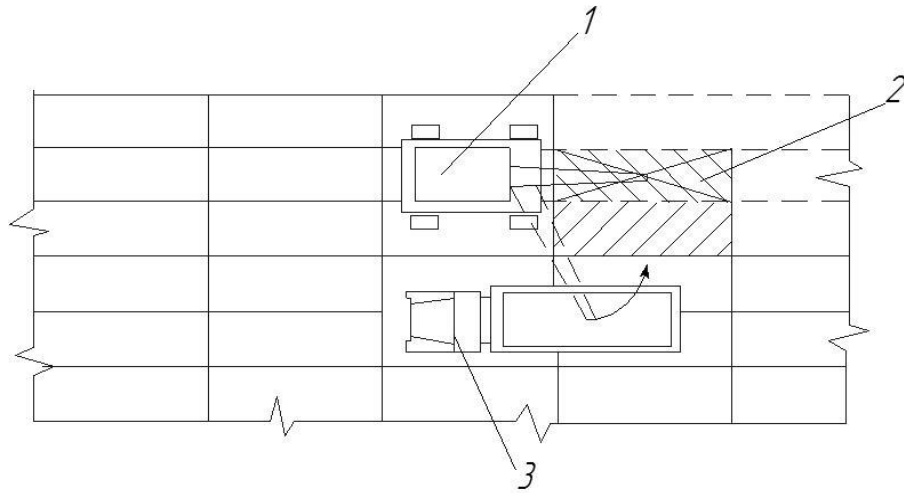


Рис. 6.4. Схема укладки плит в покриття:  
 1 – кран К-123; 2 – плити укладені із даної стоянки крану;  
 3 – вантажний автомобіль із плитами

Першу плиту встановлюють в середині покриття, утримуючи її на висоті 0,5 м над поверхнею основи, наводять плиту на місце установки [15], утримуючи її від розгойдування баграми довжиною 1,5 - 2 м. Наведенні плиту опускають над підставою на 7 - 10 см, перевіряють ширину поздовжніх і поперечних швів, які повинні становити 8 - 12 мм. Потім плиту опускають на основу. Плиту опускають таким чином, щоб вона торкнулася поверхні одночасно всією підшвою.

Для того, щоб забезпечити міцність покриття та стійкість плит до горизонтальних навантажень, необхідне зварювання скоб плит покриття. При ширині більше 4 мм на скоби використовують додатковий сталевий стрижень (відрізок арматури) діаметром на 2-3 мм більше ширини зазору. Зварювання виконують з двох сторін. Схему зварювання плит наведено на рис. 6.5.

а)

б)

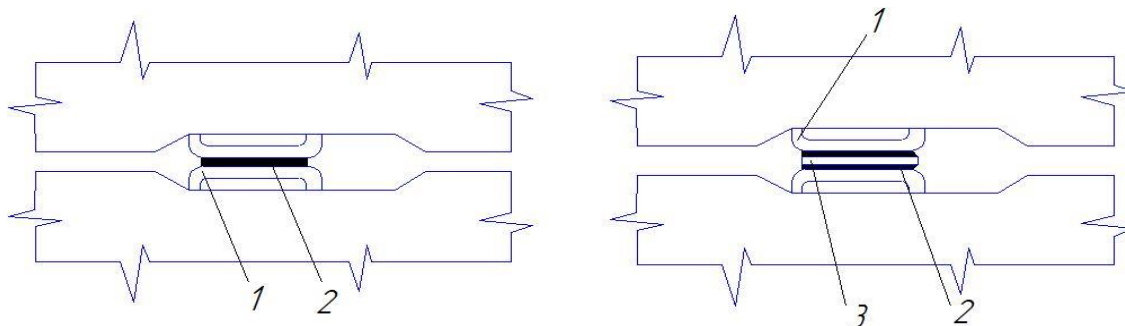


Рис. 6.5. Схема зварювання скоб сусідніх плит:  
 а) при зазорі між скобами менше 4мм; б) при зазорі між скобами  
 більше 4 мм (1 – скоба; 2 – зварний шов; 3 – сталевий стрижень)

*Герметизація швів.* Всі шви (крім швів розширення) зашпаровують піскоцементною сумішшю, а потім заливають мастикою (за виключенням зимового часу). Спочатку шви заповнюють сухою піскоцементною сумішшю (1:4) на 2/3 глибини шва і звожують поливанням з поливо мийної машини.

Після заповнення швів піскоцементною сумішшю пази очищають та заливають мастикою «Ізол» I-1, I-2 або ЦН-2, яка розігріта до температури 200 ° С за допомогою лійок або воронки з розрахунку 2 кг на 1 м шва.

Шви заповнюють у два прийоми: за перший мастику заливають врівень з покриттям, а після того як мастика охолоне і просіде (через 1-1,5 год), заливають шви вдруге з невеликим переповненням (на усадку). Надлишки мастики після її охолодження зрізують гарячої лопатою і використовують для подальшої роботи.



## Розділ VII

### ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Перед початком виконання земляних та основних будівельних робіт на майданчику необхідно виконання підготовчих робіт:

- вирубка рідкісного чагарнику з корчуванням пнів, корчування пнів в межах виконання земляних робіт та на ділянках тимчасового складування рослинного ґрунту;
- винос елементів майданчика і під'їзної автодороги в натуру;
- здійснення тимчасового водовідведення від майданчика будівництва;
- установка інвентарних будівель виробничого, складського та санітарно-побутового призначення;
- влаштування тимчасового огороження будівельного майданчика;
- влаштування тимчасового під'їзду з кар'єрного ґрунту до ділянки будівництва на місці запроектованої постійної дороги.

Для здійснення тимчасового водовідведення від майданчика будівництва необхідно розробити тимчасові водовідвідні канали з відводом води в понижені місця.

При побудові геодезичної розбивочної основи керуватися СНиП 3.01.03-84 «Геодезичні роботи в будівництві». горизонтальну і висотну розбивку споруд на місцевості виконувати по базису осях від репера 12 з відміткою 10,287. Так як насип зводиться на природній основі з торфу і торфу з мулових відкладеннями необхідно передбачити укладання синтетичного матеріалу Stabilenka фірми HUESKER і георешітки Fortrac або еквівалент даного матеріалу на поверхню торфу для стійкості, стабілізації та підвищення несучої здатності тіла насипу.

Земляна поверхню, на яку укладається матеріал, повинна бути очищена від коренів дерев і пнів, каменів, сторонніх предметів і сміття. Довжина анкерування матеріалу за межі насипу становить 2,0-2,5 м. по укладеному тканинної геополотно забороняється рух транспортних засобів. Укладання ґрунту слід проводити пошарово методом «від себе». Пересування механізмів і машин допускається тільки після укладання і ущільнення вишележащого шару ґрунту товщиною не менше 0,15 см.

### **7.1. Влаштування водовідвідних каналів**

Уривку ґрунту під водовідвідні канали виконувати екскаватором типу ЕО-2621. Дно і укоси горішніх водовідвідних каналів довжиною 328 м зміцнюються кам'яною накидкою 15 см.

### **7.2. Земляні роботи**

Завезення ґрунту до місця укладання виробляється автомобілями-самоскидами. Переміщення і розрівнювання ґрунту в насипу передбачається бульдозером типу ДЗ-42. Відсипання насипу виконувати шарами товщиною 25-30 см з подальшим пошаровим ущільненням. Ущільнення ґрунту при влаштуванні насипу виробляти спочатку легким катком масою 8-10 т типу ДУ-47Б, потім важким масою 11-18 т типу ДУ-49А.

При ущільненні ґрунт повинен мати оптимальну вологість. При вологості нижче оптимальної ґрунт необхідно зволожити за допомогою шланга і причіпний автоцистерни. Коефіцієнт відносного ущільнення прийнятий 1,2. Коефіцієнт стандартного ущільнення скельного ґрунту повинен становити не менше 0,95 відповідно до вимог СНіП32.03.96.

Для відсипки насипу використовується скельний ґрунт з кар'єру. Дальність візки 8 км. При влаштуванні насипу максимальні розміри уламків не повинні перевищувати 20 см в шарі 0,30 м під штучним підставою вертолітної майданчики і під'їзної автодороги.

У місцях перетину з інженерними мережами розробку ґрунту виконувати вручну. Після розподілу і планування рослинного шару передбачається комплекс агротехнічних робіт для створення дернового покриву.

По завершенню земляних робіт рослинний ґрунт завозиться з валів і розподіляється шаром 20 см на спланованих ділянках посадкового майданчика з внесенням добрив в 50% до норми. Інша частина добрив вноситься безпосередньо перед посівом трав. Для створення міцного дернового покриву засів трав проводиться в подвійній нормі. Підбір кількості насіння травосуміші і добрив проведений відповідно до «Технічними вказівками по біохімічному зміцненню ґрунтових і дернових покриттів на аеродромах » (ВСН 36-69). Узбіччя уздовж автомобільної під'їзної дороги відсипаються з щєбенево суміші фракції 0-40 мм.

Нормативні вимоги, які необхідно виконувати при виробництві земляних та агротехнічних робіт повинні відповідати СНиП 3.02.01-87 «Земляні споруди, основи і фундаменти», СНиП 32-03-96 «Аеродроми».

### **7.3. Пристрій підстави з щєбню**

Щєбенево основу влаштовується з щєбню фракції 20-40 мм. Товщина шару 25 см. До складу робіт при влаштуванні щєбеневої основи входять наступні технологічні операції:

- завезення щєбню;
- розрівнювання і планування щєбеневого матеріалу;
- ущільнення;
- планування щєбню профілювальником.

Щєбінь завозиться на підготовлену основу автомобілями-самоскидами, планування автогрейдером. Завершальне планування верхнього шару виконувати профілювальником з подальшим ущільненням. Щєбінь укладається в два шари з розрівнювання і ущільненням кожного шару. Товщина нижнього шару прийнята 13

см, верхнього - 12 см. Ущільнення передбачається в три етапи. Спочатку укатка матеріалу легким катком типу ДУ-47Б масою 10-13 т без протоки водою, потім основне ущільнення — укочування важким вальцьовим катком типу ДУ-49 масою 11-18 т з поливом водою. Третій етап - остаточне ущільнення, в процесі якого необхідно ввести розклинюючий матеріал. Кількість проходів ковзанок по одному сліду залежить від якості ущільнюється матеріалу, типу і маси ковзанок і встановлюється пробної укочуванням ділянки 50,5 м.

Щебенева суміш, що застосовується в підставі покриття, повинна мати фракцію 20-40 мм і відповідати ГОСТ 25607-94. Марка щебню по міцності повинна бути не менше 300, морозостійкість не менше F50. Узбіччя уздовж автомобільної під'їзної дороги відсипаються з щебенево суміші фракції 0-40 мм. При неоптимальною вологості зволоження щебню здійснюється з допомогою шлангів і автоцистерни безпосередньо перед ущільненням. Витрата води для зволоження -  $15 \text{ л} / \text{м}^2$ . Ознакою достатнього ущільнення є відсутність помітного сліду після проходку важкого ковзанки.

#### **7.4. Штучні покриття**

Конструкція штучних покриттів прийнята наступна:

- цементобетон Вtb 4,0 Н = 0,25 м;
- прокладка поліетиленова аеродромна (ППА);
- щебенева суміш фракції 20-40 мм, Н = 0,25 м.

Всі будівельні матеріали, що застосовуються для влаштування покриттів повинні задовольняти вимогам ГОСТ.

Проектна марка бетону прийнята 400, клас бетону по міцності на стиск В30, на розтяг при згині Вtb 4,0 і відповідає вимогам ГОСТ 26633-91. Морозостійкість бетону прийнята по СНиП 32-03-96 «Аеродроми» і повинна бути Проте F200. Нормативні вимоги, яких необхідно дотримуватися пристрою підстав і покриттів

повинні відповідати СНиП 3.02.01-87 «Земляні споруди, основи і фундаменти », СНиП 32-03-96« Аеродроми », СНиП 3.06-03-85 «Автомобільні дороги».

Пристрій цементобетонного покриття передбачається із застосуванням віброрейок довжиною 8,0 і 5,0 м. Доставка цементобетонної суміші до місця укладання виробляється автомобілями-самоскидами. Перед початком бетонування необхідно провести пробне бетонування з використанням суміші робочого складу.

До складу робіт по влаштуванню бетонного покриття входять наступні технологічні операції:

- укладання прошарку поліетиленовою аеродромної (ППА);
- укладання бетонної суміші з ущільненням віброрейкою;
- догляд за бетоном;
- нарізка деформаційних швів і заповнення їх герметиком.

До укладання цементобетона на підставу покриття укладається прошарок з двох шарів прокладання поліетиленової аеродромної. розкладку рулонних матеріалів виконувати за допомогою спеціальних візків або вручну. Після досягнення бетоном міцності В15 покриття майданчика розрізається в плані на плити 4x4 м і заповнюються герметиком ГОСТ 30740-2000 з витратою 0,25л на п.м. з укладанням ущільнювального шнура діаметром 15 мм ТУ 2549-022-05768013-98. Цементобетонне покриття влаштовується засобами малої механізації, тому всі шви між плитами є технологічними.

Нарізку деформаційних швів слід проводити в затверділому бетоні нарізувачем типу ДС-133. Роботи по нарізці швів починати після досягнення бетоном покриття міцності не менше 8-10 МПа. Час початку нарізки швів визначати на підставі лабораторних даних про твердінні бетону і уточнювати шляхом пробної нарізки. Перед нарізкою швів необхідно намітити лінії нарізки швів і траєкторію коліс нарізувачі. Після нарізки шви повинні бути ретельно

очищені від сторонніх предметів (пилу, бруду, піску і інших матеріалів). Перед герметизацією на дно і стінки швів наноситься ґрунтовки матеріал, укладається ущільнювальний шнур. Для герметизації швів застосований герметик.

Ґрунтовка виконується розпилювачем для фарб або вручну за допомогою кисті. Заливка герметиком виконується ручним способом. Рух автотранспортних засобів по покриттю слід відкривати після закінчення догляду і набору бетоном міцності на стиск не менше 70% проектної ( $280 \text{ кг / м}^2$ ), Але не раніше ніж через 7 діб.

Відкривати рух будівельних транспорту по покриттю дозволяється тільки після герметизації швів. Укладання цементобетона, ущільнення і обробка поверхні на ділянках з обмеженим обсягом робіт передбачається засобами малої механізації.

Нормативні вимоги, які слід виконувати при влаштуванні цементобетонного покриття та методи контролю повинні відповідати СНиП 32-03-96. Всі маркувальні знаки наносяться емалевими фарбами за два рази з витратою  $0,5 \text{ кг / м}^2$ . Можливе застосування фарб з ефектом світло відбивання.

Процес виконання всіх видів будівельних робіт повинен супроводжуватися геодезичним, виробничим, лабораторним контролем якості виконуваних робіт з складанням актів на приховані роботи і виконавчих схем. Контроль точності виконання земляних робіт, влаштування основ і покриттів повинен здійснюватися як по висоті, так і в плані. Допустимі відхилення геометричних параметрів повинні відповідати нормативним. Здавання-прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів здійснювати відповідно до СНиП 3.01.04-87.

## **7.5. Потреба в робочих кадрах**

Облікова чисельність працюючих - 15 осіб, визначена виходячи з обсягів і видів робіт відповідно до типових технологічних карт для дорожнього і аеродромного будівництва і проектів — аналогам.

Кількість окремих категорій у загальній чисельності працюючих прийнята згідно «Розрахункових нормативів для складання проектів організації будівництва», частина 1. У загальній кількості робочих питома вага інженерно-технічних працівників (ІТП) становить 11%, службовців - 3,2%, молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) та охорони 1,5%. У найбільш численну міну число робітників становить 70% від загальної кількості робочих, а ІТП — до 80% від загальної кількості ІТП, службовців, МОП та охорони. Так як чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) та охорони становить 1,5% від 15 людина, тому при досить малій чисельності прийнято: ІТП - 1 чол., МОП- 1 чол. Чисельність працюючих за категоріями приведена в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1.

### Чисельність працюючих за категоріями

Найменування	Кількість чол.
Загальна чисельність працюючих	15
В тому числі: робочі	13
ІТР	1
Службові	1
МОП і охорона	1
Чисельність працюючих в найбільш численну зміну	11
Робочі	9
ІТР	1
Службові	0
МОП і охорона	1

## Розділ VIII

# ОХОРОНА ПРАЦІ

### 8.1. Загальні положення

При значному розвитку будівельної галузі та збільшенні складності будівельних робіт, особливо актуальна проблема якості і безпеки монтажних робіт, як одного із основних етапів будівництва. У будівельному процесі максимальну якість робіт повинні забезпечувати не лише при виготовленні певної споруди, але й у процесі її монтажу. Адже від якісного монтажу залежить надійність, безпека і довговічність конструкції.

Важливу роль в забезпеченні безпеки монтажу становить спеціалізоване оснащення робітника: нековзне взуття, запобіжні пояси для прив'язки до стаціонарних частин споруди, а також сумки для інструментів. Незалежно від характеру виконуваних робіт, всі робітники носять каски, що оберігають від травм при падінні предметів з верхніх горизонтів. Виробництво будівельно-монтажних робіт повинно здійснюватися згідно з вимогами СНиП 12-03-2001 «Безпека праці в будівництві».

Належні умови безпечного проведення робіт на будівельному майданчику забезпечують: попереджувальні написи, які позначають небезпечні зони, обгороджування отворів, освітлення робочих місць при проведенні робіт у вечірній та нічний час. У зоні монтажних робіт не допускається проведення інших видів робіт.

Організація будівельного майданчика і виробництво робіт повинні відповідати вимогам ПБ 01-93\* «Правила пожежної безпеки при виробництві будівельно-монтажних робіт». До будівельно-монтажних робіт дозволяється приступати тільки при наявності проекту виконання робіт. Виробництво робіт в зоні розташування підземних комунікацій допускається тільки з письмового дозволу організацій, відповідальних за їх експлуатацію. Роботи повинні



проводитися під наглядом виконроба або майстра. Розробка ґрунту допускається тільки вручну лопатами, використовувати ломи, кирки, пневомашіни забороняється.

Детально питання техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки опрацьовуються в ППР в розділах, що регламентують технологію виконання різних видів робіт. Генеральна підрядна будівельна організація, яка розробляє і затверджує проекти виконання робіт, повинна передбачити в них рішення з безпеки праці, за складом і змістом відповідають вимогам, викладеним в СНиП 12-03-2001 «Безпека праці в будівництві». Здійснення робіт без ППР, містять зазначені рішення, не допускаються.

У в'їзду на будівельний майданчик встановити дорожні знаки, обмежують швидкість до 10 км / год, знаки безпеки «Небезпечна зона», «Стороннім вхід заборонено», покажчики «В'їзд-виїзд».

На території будівництва повинні бути встановлені покажчики проходів і проїздів. Небезпечні зони слід огороджувати, або виставляти на їхніх кордонах попереджувальні написи і сигнали.

На будівельному майданчику необхідно організувати протипожежний щит з протипожежними засобами. Перед початком робіт необхідно ознайомити працівників з рішеннями, передбаченими в ППР, провести інструктаж по правилам безпечного виконання робіт і правилам поведінки на території будівельному майданчику. Для кожної спеціальності повинна бути складена виробнича інструкція з техніки безпеки та охорони праці при виконанні певного виду роботи.

## **8.2. Небезпечні та шкідливі фактори**

У відповідності з системою стандартів безпеки праці (ССБП), яка є основною нормативно-технічною базою охорони праці, умови праці характеризуються відсутністю або наявністю небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Небезпечним вважається виробничий фактор, вплив якого на працюючого призводить до травмування. Шкідливим вважається виробничий фактор, вплив якого на працюючого призводить до захворювання.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До групи фізичних факторів відносяться:

1. Підвищена або понижена температура, відносна вологість та швидкість руху повітря, можуть викликати тепловий або сонячний удари, бронхіти, обмороження і таке інше. Рівень цих факторів можна регулювати в закритих приміщеннях, але на відкритих будівельних майданчиках вони не регулюються.

2. Підвищений вміст пилу в повітрі або загазованість повітря (довготривале вдихання пилу, що містить двоокис кремнію у вільному або зв'язаному стані, вугільного, електрозварювального пилу, хромової аерозолі; загазованістю окисом вуглецю, марганцю, двоокисом азоту і т.д.), що викликають ураження органів дихання (пневмокониози, гострі та хронічні отруєння, пневмосклерозі, ураження слизових оболонок, пухлини на шкірі). Виникають при розробці та транспортуванні сипучих матеріалів, при електрозварювальних роботах.

3. Підвищений рівень шуму на робочому місці, що викликає зниження слуху (професійна глухота), ларингіти. Характерно для робіт у формотворних цехах заводів збірного залізобетону, при застосуванні пневматичного інструменту, механічній деревообробці, віброзануренних паль та шпунтових огорож, а також при роботі поблизу вібраційних машин і т.д.

4. Підвищений рівень вібрації, що викликає неврози, вібраційну хворобу із незворотними патологічними змінами. Характерно для робіт з віброущільнення бетонної суміші на стаціонарних віброплощадках та з використанням ручного віброінструмента, при обслуговуванні технологічного устаткування бетонозмішувальних вузлів, застосуванні пневматичного та електричного віброуючого інструмента і т. д.

До групи психофізіологічних факторів за характером впливу на працюючих відносяться:

1. Фізичні перевантаження (статичні, динамічні, гіподинамія). Можливі при виконанні навантажувальна-розвантажувальних, покрівельних, кам'яних, буро вибухових роботах; на ручних, паркетних, мурувальних процесах; облаштуванні мостів штучним комнем і т. д.

2. Нервово-психічні перевантаження (мислене перевантаження, монотонність праці, перенавантаження аналізаторів, емоційні перевантаження), що викликають розлади нервової системи та інші супутні захворювання.

До небезпечних виробничих факторів відносяться:

- технічні (недосконалість технологій, конструктивні недоліки захисних та огорожувальних пристроїв та засобів, поломки машин, механізмів та інструмента, руйнування конструкцій, падіння з висоти у випадку відсутності захисних пристроїв і т. д.);

- організаційні (неякісна проектно-технологічна документація, допущення до роботи не проінструктованих та некваліфікованих робочих, використання робочих не за спеціальністю та кваліфікації, порушення трудового розпорядку і т. д.);

- персональні (порушення вимог безпеки, недотримання правил особистої безпеки, невикористання засобів особистого та колективного захисту працюючими і т. д.).

### **8.3. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори**

У відповідності з міжнародним стандартом шкідливі та небезпечні виробничі фактори фізичного характеру:

- підвищена або понижена рухливість повітря;
- обладнання, готові елементи, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- підвищена або понижена температура поверхонь, матеріалів.

Постійний рух виробів на будівельній площадці є невід'ємним процесом монтажних робіт. Внаслідок цього повинна враховуватись координація переміщень усіх монтажників та операторів машин і механізмів.

При виконанні робіт у вечірній та нічний час недостатня освітленість робочої зони може бути спричиненою неможливістю забезпечення монтажної площадки у відповідності з нормами ( $E_H=10$  лк на рівні майданчиків, що обробляються).

Недостатнє освітлення викликає стомлення, хвороби очей, головні болі і може бути причиною виробничого травматизму.

Підвищена або знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів. Під час роботи при мінусовій або підвищеній температурі поверхня обладнання приймає температуру навколишнього середовища. Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, припустимі показники встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць. Оптимальні й припустимі показники температури, відносній вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати нормативним значенням: верхня межа 29°C; нижня межа 15°.

Найбільш завищеним фактором умов роботи є освітлення робочого місця.

Вночі робоча зона монтажників освітлюється штучно. Для будівельних майданчиків і ділянок робіт передбачене рівномірне освітлення. При цьому освітленість повинне бути не менше 2 лм (табл.8.1).

Таблиця 8.1.

**Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час будівельних робіт**

№	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, вид робіт	Цільнісні оцінки	Нормативний документ
1	2	3	4	5

№	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, вид робіт	Цільнісні оцінки	Нормативний документ
1	Атмосферна електрика	Блискавка	0,9 уд/рік II катег.	РД 34.21. 122-8
2	Пожежна безпека	Електрозварювальні, покрівельні та малярні роботи	II ступ. огнестійк. категор. вир-ва В	ГОСТ 12.1.012-81 ДНАОП 0.01-1 01-95
3	Підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини	Електромонтажні, електрозварювальні, електрообладнання, освітлення	380 V, 220V, 600V	СНіП III-4-80*п. ДБНОБ 1300-1.2-98 ДНАОП 0.00-1.12-98 ГОСТ 12.3.003-86; ГОСТ 12.1-013-78
4	Підвищена чи понижена рухливість повітря	Покрівельні, монтажні, бе-тонні, кам'яні роботи	Vвітру>15 м/хв	СНіП III-4-80* п. 12.3, 15.5 ГОСТ 12. 1.005-88
5	Підвищений рівень пилу та загазованість повітря робочої зони	Вантаже-розвантажувальні роботи, робота з цементом	ГДК=18 мг/м3, ГДК=10 мг/м3	ГОСТ 12. 1.003 -88
6	Підвищений рівень шуму на робочому місці	Машини, вібратори, компресори	<85дБ	ГОСТ 12. 1.003 -86*
7	Підвищений рівень вібрації	Бетонні роботи	150Гц V=0,02 м/с	ГОСТ 12. 1.012-90
8	Недостатнє освітлення робочої зони	Автошляхи, монтажні,бетонні, покрівельні, електромонтажні та покрівельні роботи	2 лк 30 лк 75 лк	СНіП II-4-79 ГОСТ 12.1.046-85

## 8.4. Технічні та організаційні заходи по зниженню рівня дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів

У зв'язку з тим, що природного освітлення недостатньо і з врахуванням, наприклад, цілодобового графіка роботи, необхідно застосовувати загальне штучне освітлення.

Розрахунок прожекторної установки зводиться до визначення:

- кількості прожекторів, що підлягають установці для створення заданої освітленості;
- місць установки прожекторних щогл і прожекторів;
- висоти установки прожекторів над освітлюваною поверхнею;
- кутів нахилу прожекторів у вертикальній і розвороту в горизонтальній площинах.

Розрахунок виробляється на основі нормованої освітленості в горизонтальній площині.

Орієнтовна кількість прожекторів  $n$ , яка необхідна установці для створення на площі  $S$  необхідній освітленості ( $K$  – коефіцієнт запасу,  $E_H$  – нормована освітленість):

$$n = \frac{m E_p S}{P_l},$$

де  $m$  – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерел світла, коефіцієнт корисної дії прожекторів і коефіцієнт використання світлового потоку, приймається по таблиці;

$P_l$  – потужність лампи вживаних типів прожекторів.

Для даного випадку  $K=1,5$ ;  $m=0,3$ ;  $E_H=10$  лк;  $S=500$  м<sup>2</sup>; для розрахунку приймаються прожектори з шириною площі, що освітлюється – 100 м, висотою прожектора 10 м, відстанню розстановки 20 м, потужністю ламп  $P_l=600$  Вт.

$$E_p = E_H \cdot K = 1,5 \cdot 10 = 15 \text{ лк}$$

$$n = \frac{mE_p S}{P_n} = \frac{0,3 \cdot 15 \cdot 500}{600} = 3,75 \approx 4$$

Мачти прожекторів встановлюємо під прямим кутом відносно одна одної.

*При організації робочих місць передбачається:*

- освітлення робочих місць, огороження з навісними драбинами ;
- забезпечення робітників спецодягом, взуттям, яке не ковзається, касками, монтажними поясами.

Заходи профілактики враження електричним струмом:

Всі струмоведучі частини мають бути недоступними для випадкового торкання, або проводити малу напругу (42В). Дроти повітряної лінії розмішують на висоті не менше 4,5м, а в місцях проїзду автотранспорту - не менше 6м. Всі металеві частини електрообладнання повинні бути заземлені.

Заходи профілактики шкідливого впливу вібрації:

- до експлуатації допускати тільки справні машини;
- не допускати проведення понад урочних робіт з вібруючими машинами;
- до роботи з вібруючими машинами допускати осіб, що досягли 18 років, пройшли попередній медичний огляд, мають відповідну кваліфікацію і здали технічний мінімум з правил безпечного виконання робіт;
- всі працюючі, що будуть мати справу з вібробезпечним обладнанням, повинні проходити попередній медичний огляд і один раз на рік періодичний медичний огляд;
- працюючі мають забезпечуватися засобами індивідуального захисту від вібрації і шуму;
- повинні бути організовані спеціальні дільниці по ремонту вібруючих машин, з обов'язковим контролем параметрів вібрацій, що генеруються;
- систематично зрівноважувати (статично і динамічна) всі деталі агрегату, що рухаються, для зменшення динамічних сил, які збуджують вібрації;

передбачити мінімальні допуски з метою зменшення зазорів у з'єднаннях деталей(перекоси, невірна відстань між центрами і т. н.)

-застосовувати змащення віброуючих деталей, що співударяються, в'язкими рідинами;

-для послаблення вібрацій, які розповсюджуються в сусідні приміщення, по конструкції будівлі, агрегати, що створюють вібрації, встановлювати на самостійних фундаментах, віброізолюваних від підлоги та інших конструкцій будівель або на спеціально розрахованих амортизаторах зі сталевих пружин чи пружин матеріалів.

Заходи профілактики шкідливого впливу шуму:

- усунення причин шуму або його послаблення в процесі проектування технологічних процесів і конструювання обладнання;

- ізоляція джерел шуму від навколишнього середовища засобами звуко- і вібропоглинання;

- зменшення щільності звукової енергії виробничих приміщень, відбитої від стін і перекриття;

- використання засобів індивідуального захисту від шуму;

- раціоналізація режимів праці в умовах шуму;

- профілактичні заходи медичного характеру.

Для захисту від надмірної дії тепла нагріті поверхні устаткування покривають тепло ізолювальними матеріалами. Щоб запобігти перегріванню, влаштовують спеціальні навіси, які захищають працівників від дії прямих сонячних променів. За тривалого перебування робітників в умовах низьких температур у закритих приміщеннях і поза ними слід влаштовувати додаткові приміщення, які обігріваються, для періодичного перебування там працівників.

**8.5. Забезпечення вибухової та пожежної безпеки при будівництві вертолітної площадки**



У процесі виконання будівельних робіт необхідно строго дотримуватися мір протипожежного призначення НАПБ А.01.001-2004 [31]. На підготовчому етапі будівництва, в обов'язковому порядку необхідно передбачати, і це повинне бути враховане в проекті, тимчасові або постійні джерела водопостачання протипожежного призначення. Крім цього дуже важливі вільні проїзди й нормальні по якості покриття під'їзні дороги.

Потрібно виконувати знос всіх об'єктів, не використовуваних у процесі будівництва і тих, що порушують протипожежний стан. Вже наявні побудовані об'єкти на площадці повинні мати протипожежні розриви будов. На будівельному майданчику повинні бути створені склади, що відповідають протипожежним вимогам. Повинно бути присутнє джерело телефонного зв'язку й сигналізації. Об'єкт обов'язково повинен освітлюватися в нічний час і навколо об'єкта повинна бути передбачена проектом на час будівлі огорожа.

З боку центрального в'їзду на будівельний майданчик в обов'язковому порядку ставиться таблиця із вказівкою дати початку й закінчення робіт, адреси новобудови й вказується організація, що виконує будівництво. За пожежну безпеку на будівельному майданчику відповідають при самостійному будівництві власники будівельного об'єкта, а при роботах будівельними організаціями начальники будівництва.

Варто пам'ятати, що більшість пожеж на об'єктах, що будуються виходить при недотриманні самих елементарних протипожежних заходів. Тому всі робітники об'єкта повинні знати й дотримувати неухильно протипожежного режиму об'єкта. Цьому варто приділяти найпильнішу увагу. Всі ділянки, склади, техніка повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння.

Весь пожежний інвентар і устаткування повинні утримуватися в справному стані, перебувати на видних місцях, до них повинен бути забезпечений вільний доступ. На пожежонебезпечних і вибухонебезпечних ділянках через заборону на паління повинні бути вивішені попереджувальні написи: “Курити забороняється”, “Місце для паління”.

Особи, відповідальні за пожежну безпеку, зобов'язані:

– не допускати до роботи робітників і ІТП, не ознайомлених із правилами пожежної безпеки;

– забезпечувати справний зміст і постійну готовність до дії засобів пожежогасіння й пожежного зв'язку.

Також слід дотримуватися норм вибухонебезпечності, так як при зведенні споруди використовується машини та техніка з двигунами внутрішнього згорання.

## **Розділ ІХ**

# **ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **9.1. Загальні відомості**

Будівельні роботи необхідно виконувати з дотриманням будівельних норм і правил державних стандартів та інших будівельних нормативів, а також заходів з охорони навколишнього природного середовища.

При виконанні робіт і виборі засобів механізації слід дотримуватися відповідні санітарні норми, норми гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферу і зменшувати інші види шкідливих впливів на природне середовище і прилеглі земельні угіддя. рух машин і механізмів, складування і зберігання матеріалів у місцях, не передбачених проектом виробництва робіт, забороняється.

При виконанні робіт слід вживати заходів щодо обмеження рівня шуму, вібрації та запиленості. Виробничі та побутові стоки, що утворюються на будівельному майданчику, повинні очищатися і знешкоджувати. Вирубка чагарнику дозволяється в межах, передбачених проектом.

При виконанні будівельно-монтажних робіт повинні бути дотримані вимоги щодо запобігання запиленості та загазованості повітря. Збір будівельного сміття здійснюється в локальних місцях будівельної майданчики. Вивезення провадиться транспортом за допомогою заміни контейнерів по узгодженій з замовником схемою руху.

### **9.2. Екологічний аспект будівництва транспортної розв'язки**

Транспортний комплекс, включає в себе в повному обсязі всю транспортну інфраструктуру: всі види транспортних засобів, включаючи підземний, а також трубопроводи, всі види доріг і шляхів, мости і тунелі, контактні лінії, всі види

станцій і вокзалів, стоянки автотранспортних коштів, судів, всі види морських і річкових портів та портових засобів, гідротехнічні споруди, аеродроми, аеропорти, об'єкти системи зв'язку, навігації та управління рухом транспортних засобів, а також всі інші об'єкти забезпечують функціонування транспортного комплексу.

Поряд з очевидними перевагами транспортного комплексу у вирішенні соціально-економічних проблем, його функціонування і розвиток пов'язано із забрудненням навколишнього середовища.

Автомобільна дорога – це комплекс інженерних споруд, призначених для економічною перевезення автомобілями пасажирів і вантажів та забезпечують цілодобове, цілорічне, безперервне, безпечне та зручний рух легкових автомобілів з розрахунковими швидкостями і вантажних автомобілів з розрахунковими навантаженнями.

Джерелами впливу автомобільної дороги на навколишнє природне середовище є автомобільний транспорт, що знаходиться на дорозі, інженерні споруди доріг (земляне полотно, мостові переходи і шляхопроводи, водовідвідні та малі водопропускні споруди), окремі конструкції дорожніх споруд (дорожній одяг, узбіччя земляного полотна), об'єкти дорожньої інфраструктури (майданчики відпочинку, автозаправні станції, пункти).

## Розділ X

### Економічна частина

#### 10.1. Обґрунтування обсягів будівельно-монтажних робіт

В даному розділі наведено основні положення по визначенню кошторисної вартості реконструкції вертолітного майданчика. При обчисленні вартості використовувались поточні ціни на будівельні роботи та будівельні матеріали.

Кошторисна вартість є основою для визначення розміру капітальних вкладень, фінансування будівництва, формування договірних цін на будівельну продукцію, розрахунків за виконані підрядні (будівельно-монтажні, ремонтно-будівельні та ін.). Роботи, оплати витрат з придбання обладнання та доставку його на будівництва, а також відшкодування інших витрат за рахунок коштів, передбачених зведеним кошторисним розрахунком.

Під вартістю будівництва розуміються кошти на створення будівельної продукції. Розрахунки цієї вартості виконуються шляхом складання спеціальних документів – кошторисів, а грошові витрати, які виражають вартість, називаються кошторисною вартістю.

Проектно-кошторисна документація (ПКД) - нормативно встановлений перелік документів, що обґрунтовують доцільність і можливість реалізувати проекту, розкривають його сутність, що дозволяють здійснити проект/

Проектна документація являє собою документацію, що містить матеріали в текстовій формі та у вигляді карт (схем) і визначальну архітектурні, функціонально-технологічні, конструктивні та інженерно-технічні рішення для забезпечення будівництва, реконструкції об'єктів капітального будівництва, їх частин, капітального ремонту.

Проектно-кошторисна документація є одним з основних документів, з яким доводиться працювати будівельній організації на всіх стадіях життєвого циклу будівництва. Будь-яке будівництво, реконструкція та капітальний ремонт починається з розробки, узгодження та експертизи (ПКД).

Обсяги основних будівельних і монтажних робіт визначено укрупнено, за кресленнями проекту та кошторисами і наведені в таблиці 10.1.

Таблиця 10.1.

### Обсяги основних будівельних і монтажних робіт

Назва робіт	Од. вим.	Об'єм робіт
1. Підготовчі роботи		
1.1. Вирубка рідкісного чагарнику з корчуванням пнів	м <sup>2</sup>	2840
1.2. Укладання георешітки «Fortrac» 110 / 30-30Т або еквівалент	м <sup>2</sup>	4050
1.3. Укладання геотекстилю «Stabilenka» 150/45 або еквівалент	м <sup>2</sup>	4050
2. Земляні роботи		
2.1. Пристрій насипу з кар'єрного скельного ґрунту	м <sup>3</sup>	4800
2.2. Переміщення рослинного ґрунту з буртів на ґрунтові ділянки вертолітного майданчика	м <sup>3</sup>	405
2.3. Проведення агротехзаходів з внесенням добрив і посівом трав	м <sup>2</sup>	2020
2.4. Додатковий обсяг скельного ґрунту з кар'єру на осадку підстави насипу	м <sup>3</sup>	230
3. Штучні покриття		
3.1. Тип А (злітно-посадковий майданчик) - Цементобетон В30, Н = 0,20 м - Прокладка поліетиленова аеродромна (ППА) - Щебінь фракції 20-40 мм, Н = 0,25 м	м <sup>2</sup>	400
3.2. Тип Б (під'їзна автодорога) - Щебенева суміш фракції 40-70 мм, Н = 0,25 м	м <sup>2</sup>	480
3.3. Обробка цементобетонного покриття просочувальним складом СПА з витратою 600 г / м <sup>2</sup> в два шари	м <sup>2</sup>	400
3.4. Установка гнізда заземлення для зняття статичного електрики	шт.	1
3.5. Пристрій маркувальних знаків на штучному покритті з витратою фарби 0,5 кг / м <sup>2</sup> в два шари: - Білого кольору - Жовтий	м <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	27 11

4. Водостоки		
4.1. Пристрій водовідвідної канави: - Виїмка ґрунту - Планування дна і стінок канави - Зміцнення дна та стінок канави кам'яною накидкою Н = 0,15 м	м <sup>3</sup> м <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	1150 1850 1850
5. Пристрій огорожі з металевої сітки по металевих стовпів, Н = 1,6 м з орними воротами	м	260
6. Установка Вітропоказчики (УНВ)	шт.	1

## 10.2. Потреба в основних будівельних матеріалах

Потреба в основних будівельних матеріалах визначена укрупнено по розділів проекту і приведена в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2.

### Потреба в основних будівельних матеріалах

Назва	Оди. вим.	Кількість
Дріт світла діаметром 1,1 мм	т	0,13
Георешетка «Fortrac» 110 / 30-30Т або еквівалент	м <sup>2</sup>	4050
Геотекстиль «Stabilenka» 150/45 або еквівалент	м <sup>2</sup>	4050
Кар'єрний скельний ґрунт	м <sup>3</sup>	5030
Мінеральний ґрунт	м <sup>3</sup>	1075
Плівка аеродромна (ППА)	м <sup>2</sup>	920
Бетон дорожній клас В30	м <sup>3</sup>	81
Щебінь фракції 20-40 мм	м <sup>3</sup>	220
Кругляк для кам'яної начерки	м <sup>3</sup>	278
Склад просочувальний аеродромний (СПА)	т	0,24
Емаль жовтого кольору	кг	6
Емаль білого кольору	кг	14
Загородження з орними воротами	п. м.	260
Бетон В15 (М200) F200	м <sup>3</sup>	15
Дорожні знаки	шт.	3
Ущільнювальний шнур пам'ятати-650, ПШ-15 або еквівалент	м	320
Герметик по ГОСТ 30740-2000	л	80

### 10.3. Техніко-економічні показники

Нормативна трудомісткість, люд.-год	5040
Нормативна трудомісткість, чел.-дн.	30
Тривалість будівництва, міс.	4
Максимальна чисельність працюючих, чол.	15

### 10.4. Порядок складання та склад кошторисної документації

Пояснювальна записка до проекту на реконструкцію будь-якого об'єкту містить опис існуючого і проектного планування, техніко-економічні показники, опис існуючих і нових конструкцій, матеріалів, внутрішньої і зовнішньої обробки будівлі, благоустрою та основних положень по організації робіт.

Проектно-кошторисна документація, уточнена в процесі розробки робочих креслень і кошторисів на реконструкцію будівель, споруд, що входять до складу пускового комплексу промислового підприємства, містить: пояснювальну записку, в якій дано обґрунтування нових потужностей, складів, інших споруд, інженерних мереж, комунікацій та інших об'єктів, що включаються до пускового комплексу; вартість реконструкції об'єктів пускового комплексу, а також відомості про виконання вимог норм і правил з проектування та будівництва, технічних умови на підключення об'єктів пускових комплексів до мереж, споруд і комунікацій загального користування; заходи з охорони навколишнього середовища та інші відомості.

У випадку реконструкції вертолітного майданчика завдання визначення кошторисної вартості значно спрощується оскільки об'єкт невеликий за розмірами. Тож основна частина вартості припадає на виконання робіт та вартість матеріалів.

Пояснювальна записка повинна додатково містити: характеристику умов реконструкції; обґрунтування методів виробництва складних будівельно-



монтажних і спеціальних робіт, а також термінів, інтенсивності та взаємоузгодження їх з основною діяльністю діючого підприємства; обґрунтування обсягів робіт період до зупинки при реконструкції з повною або частковою зупинкою виробництва; обґрунтування способів захисту діючого технологічного обладнання та обслуговуючого персоналу і заходів по охороні праці.

**Локальні будівельні кошториси** - первинний кошторисний документ, що складається на окремі види робіт та витрат по будівлях, спорудах або загальномайданчикових роботах на основі робочої документації (РД), робочих креслень.

**Локальні кошторисні розрахунки** складаються, якщо обсяги робіт і розміри витрат остаточно не визначені і підлягають уточненню на основі РД або в процесі будівництва.

**Об'єктні будівельні кошториси** - це об'єднані локальні кошториси по всіх роботах на об'єкті. Вони є кошторисними документами, на основі яких формуються договірні ціни на об'єкти.

Об'єктні кошторисні розрахунки об'єднують у своєму складі на об'єкт у цілому дані з локальних кошторисів, їх розрахунків і підлягають уточненню, як правило, на основі РД.

**Кошторисні розрахунки** на окремі види витрат складаються в тих випадках, коли потрібно визначити ліміт коштів, необхідних для відшкодування витрат, не враховані кошторисними нормативами (наприклад: компенсація, у зв'язку з вилученням земель під забудову, витрати, пов'язані із застосуванням пільг і доплат, встановлених урядовими рішеннями і т. д.).

**Зведений кошторисний розрахунок** вартості будівництва підприємств, будівель і споруд (або їх черг) складається на основі об'єктних кошторисних розрахунків, об'єктних кошторисів і кошторисних розрахунків на окремі види витрат.

В нашому випадку можна обмежитись лише локальними кошторисами на виконання робіт по реконструкції вертолітного майданчику та зведеним кошторисом, в якому і буде відображено кінцеву вартість реконструкції об'єкту.

## 10.5. Порядок складання локальних кошторисів

Перелік ресурсів, що входять до складу локального кошторису, включає в себе:

витрати праці;

витрати на експлуатацію будівельних машин;

матеріальні ресурси.

Розглянемо деякі питання, що мають місце при складанні локальних кошторисів ресурсним методом в поточних цінах.

**Витрати праці.** Розмір коштів, необхідних для оплати праці робітників, безпосередньо залежить від кількості часу, необхідного для виконання робочими тієї чи іншої роботи і вартості праці робітників. Вартість праці робітників у вигляді вартості нічної, денної або погодинної оплати праці приймається на підставі угоди між замовником і підрядником. По об'єктах, що фінансуються з бюджетних джерел, вартість праці робітників слід приймати за даними того регіону, в якому буде зводитися об'єкт, або на підставі угоди з місцевою адміністрацією, якщо об'єкт фінансується з місцевих джерел, або представниками федеральних органів, якщо об'єкт фінансується з федерального бюджету.

**Витрати на експлуатацію будівельних машин.** Найпростіший спосіб визначення витрат цієї категорії – використання відповідних РЕКН на кожен з видів робіт. Однак в реальності дуже часто складається інша ситуація:

при даному способі (використанні РЕКН) не завжди можна правильно визначити перелік застосовуваних машин і механізмів. Наприклад, норматив рекомендує одні механізми, а фактично на об'єкті, і це відображено в проекті організації будівництва (ПОБ) будуть застосовуватися зовсім інші;

можуть виникнути складності при визначенні часу роботи машин і механізмів. Справа в тому, що нормативи складені виходячи з умов передових методів виробництва робіт і, як правило, не враховуються технологічні перерви в роботі механізмів, коли один з них працює, а інший (або декілька) стоять в

очікуванні своєї черги, не працюють, хоча плата за оренду йде за час перебування їх на об'єкті.

Використання ПОБ надає можливість передбачити технологічні перерви і тим самим обґрунтувати додаткові витрати часу. У зв'язку із цим підрядник при складанні локальних кошторисів ресурсним методом в поточних цінах часто віддає перевагу не даними таблиць РЕКН, а даним ПОБ.

**Матеріали.** Кошторисна вартість матеріальних ресурсів розробляється централізовано регіональними центрами з ціноутворення в будівництві в тих регіонах, де випущені збірники кошторисних цін на матеріали в цінах станом на 1 січня 2010 Там, як правило, публікуються дані про кошторисну вартість матеріалів і виробів в поточному рівні цін . Якщо такі збірки ще не випущені, вартість матеріальних ресурсів слід визначити приблизно в тому ж порядку, що і вартість експлуатації будівельних машин і механізмів. При цьому необхідно звернути увагу на наступне:

в робочих кресленнях витрата ресурсів вказана без втрат і відходів. Отже, при складанні локальних кошторисів до витрати матеріальних ресурсів за даними робочих креслень слід додавати витрати на втрати і відходи [21];

слід уточнити, чи врахована вартість навантаження, розвантаження та доставки у вартості матеріалів, що пропонується в прайс-листі. Якщо не врахована, то передбачити ці витрати окремо. Причому вартість експлуатації машин і механізмів та трудовитрати слід враховувати за відповідними статтями локального кошторису;

при визначенні вартості матеріалів слід уточнити, врахований в них ПДВ. Якщо вартість приведена з урахуванням ПДВ, треба «очистити» її від ПДВ;

слід врахувати, що ціна, запропонована в прайс-листах і довідниках, - це ціна пропозиції. Наскільки нижче може бути ціна продажу від ціни пропозиції - це наслідок предмета переговорів. Знижка залежить від обсягів закупівель, від термінів, передоплати і ряду інших факторів.

В загальному випадку витрати праці працівників, зайнятих на відновленні об'єкту, можна визначити за формулою

$$T_{зв} = T_{нв} \cdot K,$$

$T_{зв}$  – трудовитрати працівників, заробітна плата яких враховується в загальновиробничих витратах, люд-год;

$T_{нв}$  – нормативно-розрахункова кошторисна трудомісткість робіт, що передбачаються в прямих витратах, яка враховує трудовитрати робітників, зайнятих на будівельно-монтажних роботах і на керуванні та обслуговуванні будівельних машин і механізмів, люд-год;

$K$  – усереднений коефіцієнт переходу від нормативно-розрахункової кошторисної трудомісткості робіт, що передбачаються в прямих витратах, до трудовитрат працівників загальновиробничих витрат.

#### **10.6. Складання зведеного кошторису**

Зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва підприємств, будівель, споруд є документами, які визначають кошторисний ліміт коштів, необхідних для повного завершення будівництва всіх об'єктів, передбачених проектом (робочим проектом). Затверджений в установленому порядку зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва служить підставою для планування капітальних вкладень і відкриття фінансування будівництва.

Відповідно до діючого порядку планування капітальних вкладень зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва складаються і затверджуються окремо на виробниче і невиробниче будівництво. Кошторисна вартість будівництва підприємств, будівель і споруд, визначена зведеними кошторисними розрахунками, повинна відповідати або бути нижче розрахункової вартості, передбаченої в техніко-економічного обґрунтуванні (ТЕО) або в затверджених у складі п'ятирічних планів переліках об'єктів нового будівництва і переліках діючих підприємств і споруд, що намічаються до реконструкції і розширення. Визначена у зведених кошторисних розрахунках вартість будівництва не повинна

перевищувати встановлену в розрахунку вартості будівництва на повний розвиток підприємства, будівлі або споруди.

У зведених кошторисних розрахунках вартості виробничого та житлово-цивільного будівництва кошти розподіляються за такими розділами:

1. Підготовка території будівництва.
2. Основні об'єкти будівництва.
3. Об'єкти підсобного та допоміжного призначення.
4. Об'єкти енергетичного господарства.
5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку.
6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання і газопостачання.
6. Благоустрій та озеленення території.
8. Тимчасові будівлі і споруди.
9. Інші роботи і витрати.
10. Зміст дирекції (технічний нагляд) споруджуваного об'єкту (установи) та авторський нагляд.
11. Підготовка експлуатаційних кадрів.
12. Проектні та вишукувальні роботи.

До зведеного кошторисного розрахунку, представленому на затвердження у складі проекту, складається пояснювальна записка, в якій наводяться такі дані:

розташування об'єкту будівництва;

перелік каталогів кошторисних нормативів, прийнятих для складання кошторисів на будівництво;

найменування генеральної підрядної організації (у випадку, якщо вона відома);

норми накладних витрат (для конкретної підрядної організації або за видами будівництва);

норматив кошторисного прибутку;

особливості визначення кошторисної вартості будівельних робіт для даного об'єкту;

особливості визначення кошторисної вартості устаткування і його монтажу для даної будови;

особливості визначення для даної будови коштів по главах 8 - 12 зведеного кошторисного розрахунку;

розрахунок розподілу коштів по напрямках капітальних вкладень (для житлово-цивільного будівництва, якщо вони визначені завданням на проектування);

інші відомості про порядок визначення вартості, характерні для даної будови, а також посилання на відповідні рішення урядових та інших органів державної влади з питань, пов'язаних з ціноутворенням і пільгами для конкретного будівництва.

Правильне визначення витрат на будівництво або реконструкцію об'єкту дозволить забезпечити точне планування ремонтно-відновлювальних робіт. Завдяки цьому роботи будуть завершені у максимально стислий термін.

## ВИСНОВКИ

На основі результатів виконаної роботи можна сформулювати наступні висновки.

В процесі виконання дипломної роботи був запроектований вертодромний майданчик на рівні земної поверхні. Використано нормативний метод розрахунку покриття та розрахунок за допомогою ПК ЛИРА та ПК FEAFAA з дотриманням відповідних вимог Міжнародної організації цивільної авіації ІСАО та вітчизняних стандартів. Також була проведена значна робота по вивченню та аналізу міжнародних стандартів в сфері проектування вертолітних майданчиків. Це дає змогу, в межах сучасних законодавчих норм, впроваджувати та поширювати розвиток інфраструктури малої авіації, а саме – вертодромів, вертолітних майданчиків.

2. Для розрахунку вертолітного майданчика від дії максимальних навантажень, у тому числі, колісної дії основної опори вертольоту Мі-8, були використані ПК ЛИРА та ПК FEAFAA. На основі методу скінченних елементів була вирішена задача чисельного моделювання конструкцій жорсткого вертодромного покриття .

3. З використанням результатів автоматизованих наукових досліджень запроектована декілька конкурентоздатних варіантів конструкції покриття вертолітного майданчика із використанням більш дешевих матеріалів (пісний бетон). Було запроектовано вертодром, розраховано конструкції покриття вертолітного майданчика та місць стоянки вертольотів (гелікоптерів) із використанням новітніх досягнень в області чисельного моделювання на основі методу скінченних елементів. Запроектована полегшена конструкція вертолітної площадки зі зниженням матеріалоемності, при одночасному зниженню міцності та надійності в експлуатації, що дало можливість скоротити витрати часу на розрахунки та запроектувати оптимальне покриття вертолітного майданчика.

ДОДАТОК А









© Roman Vukolov | d0cent.livejournal.com | V-studio.ru Creative group



© Roman Vukolov | d0cent.livejournal.com | V-studio.ru Creative group





© Roman Vukolov | @cent.livejournal.com | V-studio.ru Creative group



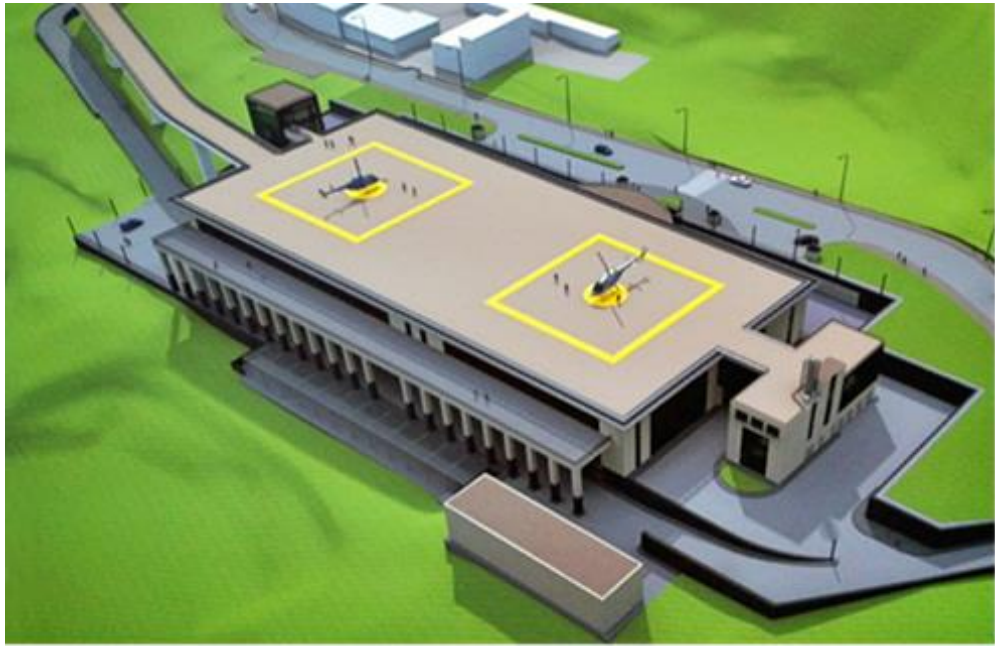
© Roman Vukolov | @cent.livejournal.com | V-studio.ru Creative group

















## Список використаної літератури

- Список використаної літератури* Кульчицкий В.А. Аэродромные покрытия. Современный взгляд. / В.А. Макагонов, Н.Б. Васильев, А.Н. Чеков, Н.И. Романков. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 530с.
- Международные стандарты и рекомендуемая практика. Руководство по проектированию аэропортов. Часть 1. Генеральное планирование. Второе издание. – Монреаль: ИКАО, 1992. – 218 с.
- СНиП 2.05.08-85. Аэродромы. /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 59 с.
- Международные стандарты и рекомендуемая практика. Аэродромы. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 2. Вертодромы. Третье издание. – Монреаль: ИКАО, 2009. – 107 с.
- Пособие по проектированию вертолетных станций, вертодромов и посадочных площадок для вертолетов гражданской авиации. – М.: ГПИ и НИИГА «Аэропроект», 1984. – 88 с.
- Горецкий Л.И.* Проектирование и строительство вертолетных станций / Л.И. Горецкий, А.И. Бородач. – М. : Стройиздат, 1964. – 263 с.
- Airport Engineering: planning, design, and development of 21st century airports / Norman J. Ashford, Saleh Mumayiz, Paul H. Wright. – 4th ed. 769 p.
- Helicopters and other rotorcrafts since 1907. Kenneth Munson. London, Brandforf press.
- Гавко В.Г.* Обоснование оптимальных планировочных решений вертодромов и посадочных площадок. / В.Г. Гавко // Труды ГосНИИ ГА. Сооружения и оборудование аэропортов. Выпуск 237, 1984. С. 3.
- Смирнов А.С.* О классификации нагрузок на покрытия аэродромов международной организации гражданской авиации (ИКАО) // Строительство аэродромов. Тр. МАДИ. Вып. 57. – 1974.
- Advisory Circular 150/5320-6E/ Airport Pavement Design and Evaluation. – US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2009. – 116p.

- Блохин В.И.* Вертикальная планировка аэродромов. – М.: Транспорт, 1985, – 208 с.
- Блохин В.И.* Основы проектирования аэропортов. –М.: Транспорт, 1985,-208 с.
- Глушков Г.И.* Воздействие на покрытия аэродромов воздушных судов / Г.И. Глушков, В.Ф. Бабков, И.А. Медников // Жёсткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1987. – С. 64 – 69.
- Ведомственные нормы технологического проектирования аэропортов (ВНТП 1 – 85). – М.: ГПИ и НИИГА «Аэропроект», 1986. – 64 с.
- Руководство по проектированию Аэродромов // Дос/ 9157 AN/901. Ч.3. Покрытия. ИКАО. Монреаль, 1977. – 335 с.
- Блохин В.И.* Аэродромы гражданской авиации / В.И. Блохин, И.А. Белинский, И.В. Циприанович, А.И. Билеуш – М.: Воздушный транспорт, 1996. – 400 с.
- Руководство по проектированию аэродромных покрытий. – М.: Аэропроект, 1983 – 307 с.
- СНиП 3.06.06-88 Аэродромы /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 54 с.
- Выбор строительных машин для производства земляных работ: Учеб. пособие / В. М. Галузин, В. И. Телешев; Ленингр. политехн. ин-т им. М. И. Калинина. Ленинград: ЛПИ, 1987.- 82 с.
- Бирюлин В.И.* Вертолеты в народном хозяйстве / В.И. Бирюлин, К.Н. Макаров, А.Н. Канищев – М.: Транспорт, 1969. – 173 с.
- ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
- Барановская Н.И.* Основы сметного дела в строительстве / Н.И. Барановская, А.А. Котов. – М.: Транспорт, 2005. – 205 с.
- Голубев Б.И.* Определение объемов строительных работ / Б. И. Голубев – М.: Транспорт, 2006 – 203 с.
- Синявский И.А.* Проектно-сметное дело / И.А. Синявский, Н.И. Манешина. – С-Петербург, 2004 – 354 с.

- Ермошенко М.И.* Определение объемов строительно-монтажных работ. / М.И. Ермошенко. – М.: 2003 – 311 с.
- Немчинов М.В.* Охрана окружающей среды при проектировании и строительстве аэродромов / М.В. Немчинов, В.Г. Систер, В.В. Силкин, В.В. Рудакова. ИАСВ. – М.: 2009 – 280 с.
- ГОСТ 12.0.003-74\*. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Госстандарт СССР, 1974. – 3 с.
- ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Терміни та визначення. – Київ: МОЗ України, 1999. – 10 с.
- Международные стандарты и рекомендуемая практика. Охрана окружающей среды. Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 2. Эмиссия авиационных двигателей. Третье издание. – Монреаль: ИКАО, 2008. – 105 с.
- Бурдин А.П.* Посадочные площадки для вертолетов / А.П. Бурдин, Н.В. Свиридов, В.Е. Тригони. – М. : Транспорт, 1976. – 93 с.
- Бородач А.И.* Швартовочные площадки и места стоянок для вертолетов / А.И. Бородач, С.К. Быкова. – М., 1964. – 39 с.
- ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Госстандарт СССР, 1991. – 81 с.
- Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г.* Вертодроми: Монографія. – К. : Видавництво НАУ, 2014. — 370 с.
- Першаков В. М.* Проектування вертодромних покриттів. Монографія./ Першаков В. М., Белятинский А. О., Близнюк Т. В.--К.: Видавництво НАУ, 2016. - 137 с.
- (11). *Ванли. Х. М.* Расчет и конструирование жестких покрытий для тяжелых самолетов: дис. канд. техн. наук. 05.23.11 / Х. М. Ванли – М., 1998 – 135 с.
- (48). *ЛИРА 9.2.* Примеры расчета и проектирования: учебное пособие / [Барабаш М. С., Гензерский Ю. В., Марченко Д. В., Титок В. П.]. – К.: Факт, 2005. – 106 с.

- (49.) *ЛИРА 9.4*. Примеры расчета и проектирования. Приложение к учебному пособию *ЛИРА 9.2* / [Гензерский Ю. В., Куценко А. Н., Марченко Д. В., Слободян Я. Е., Титок В. П.]. – К.: НИИАСС, 2006. 124 с.
- (77). *Соколов Н. П.* Прямой расчет аэродромных и дорожных покрытий из плит со стыковыми соединениями на статическую нагрузку/ Н. П. Соколов, Б. И. Смолка // Науч.-техн. сб. МО. № 13, 1977. – С. 3 – 19.
- (80). *Тимошенко С. П.* Пластинки и оболочки / С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. – М.: Наука, 1966. – 635 с.
- (86). Advanced pavement design: Finite Element modelling for Rigid Pavement Joints, Report II – Model Development, Report No. DOT/FAA/AR-97/7, FAA / Michael I. Hammons. Washington: Federal Aviation Administration, 1998. -180 p.
- (87). Advanced Pavement Design: Finite Element Modeling for Rigid Pavement Joints, Report III: Model Simplification and Application, Report No. DOT/FAA/AR-98/70, FAA / Michael I. Hammons, Reed B. Freeman. – Washington: Federal Aviation Administration, 2007. – 31 p.
- (125). *Руководство* по проектированию аэродромных покрытий. – М.: Аэропроект, 1983 – 307 с.
- (126). *Руководство* по проектированию вертодромов и посадочных площадок для вертолетов гражданской авиации. – М.: Аэропроект, 1970 – 29 с.
- (127). *СНиП 2.05.08.85*. Аэродромы / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 59 с.
- (129). *СНиП 2.05.08.85*. Аэродромы / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 59 с.
- (130). *Advisory Circular 150/5320-6E/ Airport Pavement Design and Evaluation*. – US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2009. – 116 p.

(підпис випускника)

(П.І.Б.)