

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ

Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Дубик О.М. Дубик О.М.

“ 25 ” грудня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
“МАГІСТР”

Тема: «Реконструкція аеродромного комплексу міжнародного аеропорту
«Кропивницький» з використанням інноваційних матеріалів та сучасних
технологій»

Виконавець: Дружинська Олександра Костянтинівна

Керівник: Дубик Олександр Миколайович

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

1. Дубик О.М.

3. Дубик О.М.

5. Дубик О.М.

7. Дубик О.М.

9. Дубик О.М.

11. Дубик О.М.

2. Дубик О.М.

4. Дубик О.М.

6. Дубик О.М.

8. Дубик О.М.

10. Дубик О.М.

12. _____

Нормоконтролер: Дубик Олександр Миколайович

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет наземних споруд і аеродромів

Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О. М. Дубик
«25» грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

ДРУЖИНСЬКОЇ ОЛЕКСАНДРИ КОСТЯНТИНІВНИ

(П.І.Б. випускника)

1. Тема роботи «Реконструкція аеродромного комплексу міжнародного аеропорту «Кропивницький» з використанням інноваційних матеріалів та сучасних технологій»

затверджена наказом ректора від « 21 » вересня 2023р. № 1870/ст

2. Термін виконання роботи: з 25.09.2023 р. по 31.12.2023 р.

3. Вихідні дані роботи: зібрані та опрацьовані під час проходження переддипломної практики дані міжнародний аеропорт «Кропивницький».

4. Зміст пояснювальної записки:

Реферат. Вступ. 1. Вихідні дані. 2. Наукова частина. 3. Проектування генерельного плану аеропорту. 4. Вертикальне планування аеродрому. 5. Водовідвідні та дренажні системи аеродрому. 6. Аеродромні покриття. 7. Технологія виконання робіт під час реконструкції аеродромного комплексу. 8. Охорона навколишнього середовища. 9. Охорона праці. 10. Економічна частина. Висновки. Література.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

1. Вихідні дані. 2. Наукова частина (2 арк.). 3. Генеральний план аеропорту. 4. План вертикального планування аеродрому. 5. Поздовжній профіль по осі ЗПС. 6. План водовідвідної та дренажної системи аеродрому. 7. Аеродромні покриття (2 арк.). 8. Технологія виконання робіт (2 арк.).

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Реферат	25.09.2023	<i>Р.О.</i>
2.	Вступ	26.09.2023 – 02.10.2023	<i>Р.О.</i>
3.	Вихідні дані	03.10.2023 – 10.10.2023	<i>Р.О.</i>
4.	Наукова частина	25.09.2023 – 15.11.2023	<i>Р.О.</i>
5.	Проектування генерального плану аеропорту	11.10.2023 – 21.10.2023	<i>Р.О.</i>
6.	Вертикальне планування аеродрому	21.10.2023 – 28.10.2023	<i>Р.О.</i>
7.	Водовідвідні та дренажні системи аеродрому	29.10.2023 – 06.11.2023	<i>Р.О.</i>
8.	Аеродромні покриття	07.11.2023 – 24.11.2023	<i>Р.О.</i>
9.	Технологія виконання робіт під час реконструкції аеродромного комплексу	25.11.2023 – 04.12.2023	<i>Р.О.</i>
10.	Охорона навколишнього середовища	05.12.2023-06.12.2023	<i>Р.О.</i>
11.	Охорона праці	07.12.2023-08.12.2023	<i>Р.О.</i>
12.	Економічна частина	09.12.2023-10.12.2023	<i>Р.О.</i>
13.	Висновки	11.12.2023-12.12.2023	<i>Р.О.</i>
14.	Література	13.12.2023	<i>Р.О.</i>

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
10 «Охорона навколишнього середовища»	Завідувач кафедри Дубик О.М.	25.09.2023 <i>Р.О.</i>	20.12.2023 <i>Р.О.</i>
11 «Охорона праці»	Завідувач кафедри Дубик О.М.	25.09.2023 <i>Р.О.</i>	20.12.2023 <i>Р.О.</i>
12 «Економічна частина»	Завідувач кафедри Дубик О.М.	25.09.2023 <i>Р.О.</i>	20.12.2023 <i>Р.О.</i>

8. Дата видачі завдання: « 25 » вересня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи:

Р.О.
(підпис керівника)

Дубик О.М.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання:

А.Друж
(підпис випускника)

Дружинська О.К.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дружинська Олександра Костянтинівна. Реконструкція аеродромного комплексу міжнародного аеропорту «Кропивницький» з використанням інноваційних матеріалів та сучасних технологій.

Рисунків – 85 , таблиць – 21, кількість найменувань літератури – 63.

ЗЛІТНО-ПОСАДКОВА СМУГА, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ЦЕМЕНТОБЕТОННЕ ПОКРИТТЯ, АСФАЛЬТОБЕТОННЕ ПОКРИТТЯ ПЛАН, ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, ПОПЕРЕЧНИЙ ПРОФІЛЬ, УХИЛ, ВІДМІТКА.

Об’єкт досліджень – заходи, спрямовані на приведення аеропорту «Кропивницький» до стану, що регламентується нормативними вимогами.

Предмет досліджень – злітно-посадкова смуга №1, що підлягає реконструктивним змінам.

Мета роботи — запропонувати реконструктивні заходи для злітно-посадкової смуги №1 аеропорту «Кропивницький».

Стисла характеристика роботи

В даній кваліфікаційній роботі запропоновано заходи з реконструкції злітно-посадкової смуги міжнародного аеропорту «Кропивницький», а саме: запроєктовано генеральний план аеропорту, поздовжній профіль з забезпеченням більш плавного абрису та з урахуванням заміни старої конструкції армобетонного покриття на монолітне цементобетонне покриття на піскоцементній основі. Запроєктовано новий вид конструкцій, та їх поперечні профілі. Описано технологію виконання робіт при укладанні цементобетонного та асфальтобетонного покриття з оцінкою витрат праці на дослідній ділянці.

Кваліфікаційна робота виконана на ЕОМ з застосуванням програм Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ.....	12
1.1. Опис містобудівної ситуації та характеристика земельної ділянки та суміжних територій.....	12
1.2. Функціональне призначення аеродромного комплексу та режим використання.....	13
1.3. Характеристика геологічних, гідрологічних, кліматичних умов.....	14
1.4. Характеристика аеропорту «Кропивницький» та аеродрому, інженерно-транспортної інфраструктури та технічний стан.....	14
РОЗДІЛ 2. НАУКОВА ЧАСТИНА.....	16
2.1. Проблематика конструкції існуючого аеродрому та обмеженість в експлуатації літаків з вищими показниками.....	16
2.2. Варіанти посилення існуючих та будівництва нових аеродромних покриттів для підвищення.....	20
2.3. Приклади випробовування будівельних матеріалів для нежорсткого асфальтобетонного покриття. Випробування асфальтобетонних сумішей.....	23
2.3.1. Визначення вмісту в'язучого випалюванням.....	23
2.3.2. Визначення зернового складу мінеральної частини асфальтобетонної суміші.....	27
2.3.3. Випробування асфальтобетонних зразків (кернів). Визначення середньої густини асфальтобетону.....	31
2.3.4. Визначення водонасичення асфальтобетонних зразків (кернів).....	36
2.3.5. Визначення границі міцності при стиску асфальтобетонних зразків (кернів).....	39
2.3.6. Визначення схильності гарячого асфальту до деформації під навантаженням.....	48
2.4. Приклад випробовування будівельних матеріалів для жорсткого бетонного покриття. Визначення міцності бетону.....	56
2.4.1. Відбирання проб та виготовлення зразків.....	56
2.4.2. Тверднення, зберігання і транспортування зразків.....	58
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ АЕРОПОРТУ.....	65
РОЗДІЛ 4. ПРОЄКТУВАННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ.....	68

4.1. Загальні відомості про поздовжній профіль та порядок його проектування.....	68
4.2. Побудова чорного поздовжнього профілю рельєфу місцевості по осі ЗПС.....	68
4.3. Побудова червоного профілю по осі ЗПС.....	71
4.4. Визначення робочих відміток поздовжнього профілю по осі ЗПС.....	75
РОЗДІЛ 5. ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ АЕРОДРОМУ.....	78
5.1. Загальні відомості про план вертикального планування та етапи його побудови.....	78
5.2. Технічні вимоги до вертикального планування.....	79
5.3. Побудова плану вертикального планування.....	80
РОЗДІЛ 6. ВОДОВІДВІДНІ ТА ДРЕНАЖНІ СИСТЕМИ АЕРОДРОМУ.....	84
6.1. Загальні теоретичні відомості.....	84
6.2. Схема водовідведення.....	84
РОЗДІЛ 7. АЕРОДРОМНІ ПОКРИТТЯ.....	89
7.1. Розрахунок жорсткого бетонного покриття.....	89
7.2. Розрахунок нежорсткого аеродромного асфальтобетонного покриття.....	101
7.2.1. Перевірка прогину покриття.....	106
7.2.2. Перевірка міцності асфальтобетонних шарів покриття на розтяг при згинанні.....	109
7.3. Проектування та побудова поперечних профілів.....	111
РОЗДІЛ 8. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ АЕРОДРОМНОГО КОМПЛЕКСУ.....	115
8.1. Загальні відомості про технологію влаштування цементобетонних покриттів.....	115
8.1.1. Укладання та ущільнення цементобетонної суміші.....	116
8.1.2. Надання шорсткості поверхні покриття.....	117
8.1.3. Технологія догляду за свіжоукладеним бетоном.....	117
8.1.4. Нарізання швів.....	118
8.2. Опис машин що застосовуються при укладанні покриття.....	119
8.3. Розрахунок кількості використаних матеріалів при укладанні жорсткого цементобетонного покриття.....	123

8.4. Розрахунок продуктивності бетоноукладальника та необхідний об'єм цементобетону при укладанні монолітного цементобетонного покриття.....	125
8.5. Влаштування нежорсткого аеродромного покриття з асфальтобетону.....	126
РОЗДІЛ 9. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	136
9.1. Екологічні проблеми наближених до аеропорту територій.....	136
9.2. Характеристики джерел забруднення в зоні аеропорту.....	138
9.3. Заходи та методи зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище.....	142
9.4. Висновки до розділу.....	145
РОЗДІЛ 10. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	147
10.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виконанні робіт по влаштуванню жорсткого та нежорсткого покриття.....	147
10.2. Заходи та методи зниження шкідливого впливу на виконавців будівництва аеродромних покриттів.....	149
10.2.1. Розрахунок від ураження електричним струмом.....	153
10.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки на будівельному майданчику.....	155
10.4. Інструкція з охорони праці на будівельному майданчику.....	157
10.5. Висновки до розділу.....	159
РОЗДІЛ 11. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	160
ВИСНОВКИ	161
Список використаної літератури та джерел.....	164

ВСТУП

Одним із найважливіших елементів функціонування економічної системи кожної країни є транспорт. Необхідно відмітити той факт, що авіаційний транспорт виділяється серед інших видів.

Це зумовлено низкою переваг, серед яких:

- найбільша швидкість доставки пасажирів, вантажу та багажу,
- заощадження часу у разі необхідності доставки термінових вантажів;
- маневреність і оперативність;
- велике охоплення територій і акваторій;
- можливість швидкої передислокації повітряних суден у разі зміни пасажиропотоків;
- відносно невеликі капіталовкладення;
- незалежність від кліматичних умов у міжконтинентальних польотах;
- відсутність яскраво вираженої сезонності.

Невід'ємною ланкою авіаційної транспортної системи є аеропорти. Для підвищення ефективності функціонування цивільної авіаційної галузі в Україні в повоєнний період слід звернути увагу на дослідження та особливості розвитку пасажирських аеропортів.

В умовах сьогодення особливої уваги заслуговує тема нарощування вантажних авіаційних перевезень, які на відміну від пасажирських не були перервані внаслідок пандемії, але у воєнний період в Україні теж перервався.

За даними IATA (The International Air Transport Association - Міжнародна асоціація авіаційних транспортних перевезень) станом на жовтень 2021 року, річний обсяг пасажирських авіа-перевезень у світі скоротився на 50,5% у порівнянні з річним обсягом у 2019 р. У той же час, обсяг річних вантажних перевезень у світі в жовтні 2021 р. виріс на 15,6% у порівнянні з відповідним річним показником 2019 р. До початку пандемії в Україні близько 60% міжнародних вантажів та поштових відправлень здійснювалися пасажирськими літаками (Belly Cargo), а 40% - у вантажними (Freighter). Загальносвітовою

тенденцією у період пандемії стало збільшення вантажних авіап перевезень внаслідок зростання на третину доставок у сегменті e-commerce і збільшення в рази доставок медичних товарів.

З метою вирішення актуальних питань розвитку аеропортів, реконструкції та розбудови авіаційної інфраструктури в повоєнний період в Україні, задоволення потреб національної економіки і населення у авіаційних перевезень та підвищення конкурентоспроможності авіаційної галузі України Міністерством інфраструктури розроблена «Державна цільова програма розвитку аеропортів на період до 2023 року, яка затверджена постановою Кабінету міністрів України від 24.02.2016 №126.

Не так давно Національна рада з відновлення України від наслідків війни відповідно до Указу Президента від 21 квітня 2022 року №266/2022 в рамках 24 робочих груп розробила план заходів з післявоєнного відновлення та розвитку України. Перелік пропозицій щодо пріоритетних реформ та стратегічних ініціатив, проектів нормативно правових актів, прийняття і реалізація яких є необхідними для ефективної роботи та відновлення України у воєнний і післявоєнний періоди. У документі зазначено, що через бойові дії на території України та запроваджений військовий стан повітряний простір України закритий для польотів цивільної авіації, а значить це унеможливило операційну діяльність українських та іноземних авіакомпаній, також призвело до призупинення надання ДП «Украсрорух» послуг з аеронавігаційного обслуговування.

Реалізація проектів модернізації аеродромної інфраструктури, в тому числі в рамках Державної цільової програми розвитку аеропортів на період до 2023 р.. затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 24.02.2016 № 126, призупинена.

Основним завданням Плану відновлення сфери авіаційного транспорту є відновлення та розвиток авіаційної мобільності населення, транзитного потенціалу повітряного простору України, а також відновлення вантажних авіаційних перевезень.

Основні завдання із зазначенням необхідних заходів для їх реалізації, поділено на такі етапи:

1. Відбудова та подальший розвиток авіаційної інфраструктури України: модернізація регіональних аеропортів та приведення їхнього технічного стану у відповідність до діючих стандартів та рекомендації ІКАО з метою обслуговування найбільш поширених повітряних суден; пріоритизація відповідно до визначених критеріїв проєктів відновлення та будівництва аеропортів як спецфонду Держбюджету; створення керуючої компанії або державного органу з управління аеродромними комплексами, які перебувають у державній власності, тощо

2. Лібералізація та недискримінаційне регулювання ринків авіаперевезень (зняття обмежень на здійснення міжнародного нерегулярного повітряного сполучення; розширення мережі повітряних сполучень з країнами-партнерами; збільшення частки авіаційних перевізників, що працюють за малобюджетною моделлю; створення національного авіаційного перевізника; розвиток вантажних авіаційних перевезень)

3. Відновлення надання послуг з аеронавігаційного забезпечення в повітряному просторі України та розвиток його транзитного потенціалу; забезпечення фінансування стабільної роботи ДП ОПР «Украерорух»; відновлення аеродромно-диспетчерських веж, засобів зв'язку навігації та спостереження системи організації повітряного руху тощо.

4. Виконання Угоди про спільний авіаційний простір (адаптація національного законодавства до законодавства ЄС)

5. Підтримка галузі повітряного транспорту (підтримка авіакомпаній з боку держави; вдосконалення порядку укладання договорів оренди майна та проведення публічних закупівель тощо)

Отже, державне регулювання розвитку сфери авіаційного транспорту в Україні полягає у визначення державою завдань, функцій, умов діяльності авіації та використання повітряного простору, встановленні

загальнообов'язкових авіаційних правил, здійсненні державного контролю за їх виконанням та відповідальності за їх порушення.

Економічна доцільність виконання роботи обумовлюється необхідністю активізації діяльності міжнародного аеропорту «Кропивницький» в Кіровоградській області в повоєнний період економічного розвитку України.

Метою НДР є розроблення пропозицій щодо пріоритетних напрямків інноваційного розвитку міжнародного аеропорту «Кропивницький».

Відповідно до поставленої мети роботи було сформовано та послідовно вирішено ряд завдань:

Розробка документації «Передпроектні роботи» (згідно з ДБН А.2.2-3-2014) по об'єкту «Реконструкція аеродромного комплексу міжнародного аеропорту «Кропивницький»;

Здійснено дослідження міжнародного досвіду створення, розвитку аеропорту на інноваційних засадах та можливості його використання для України в умовах повоєнного відновлення економіки;

Визначено особливості розвитку транспортно-логістичних перевезень в регіоні в повоєнний період: оцінка втрат та перспектив організації мультимодальних сполучень;

Розроблено пропозиції щодо пріоритетних напрямків інноваційного розвитку міжнародного аеропорту «Кропивницький».

Практична значимість роботи полягає в розробці пропозицій щодо пріоритетних напрямків інноваційного розвитку міжнародного аеропорту «Кропивницький» з метою активізації напрямків його діяльності в авіаційній галузі повоєнного розвитку в Україні.

Результати наукового дослідження будуть використані в подальшій діяльності комунального підприємства «Міжнародний аеропорт «Кропивницький».

РОЗДІЛ 1

ВИХІДНІ ДАНІ

1.1. Опис містобудівної ситуації та характеристика земельної ділянки та суміжних територій

Місце розташування в планувальній структурі території адміністративно-територіальної одиниці (рис.1.1, 1.2).

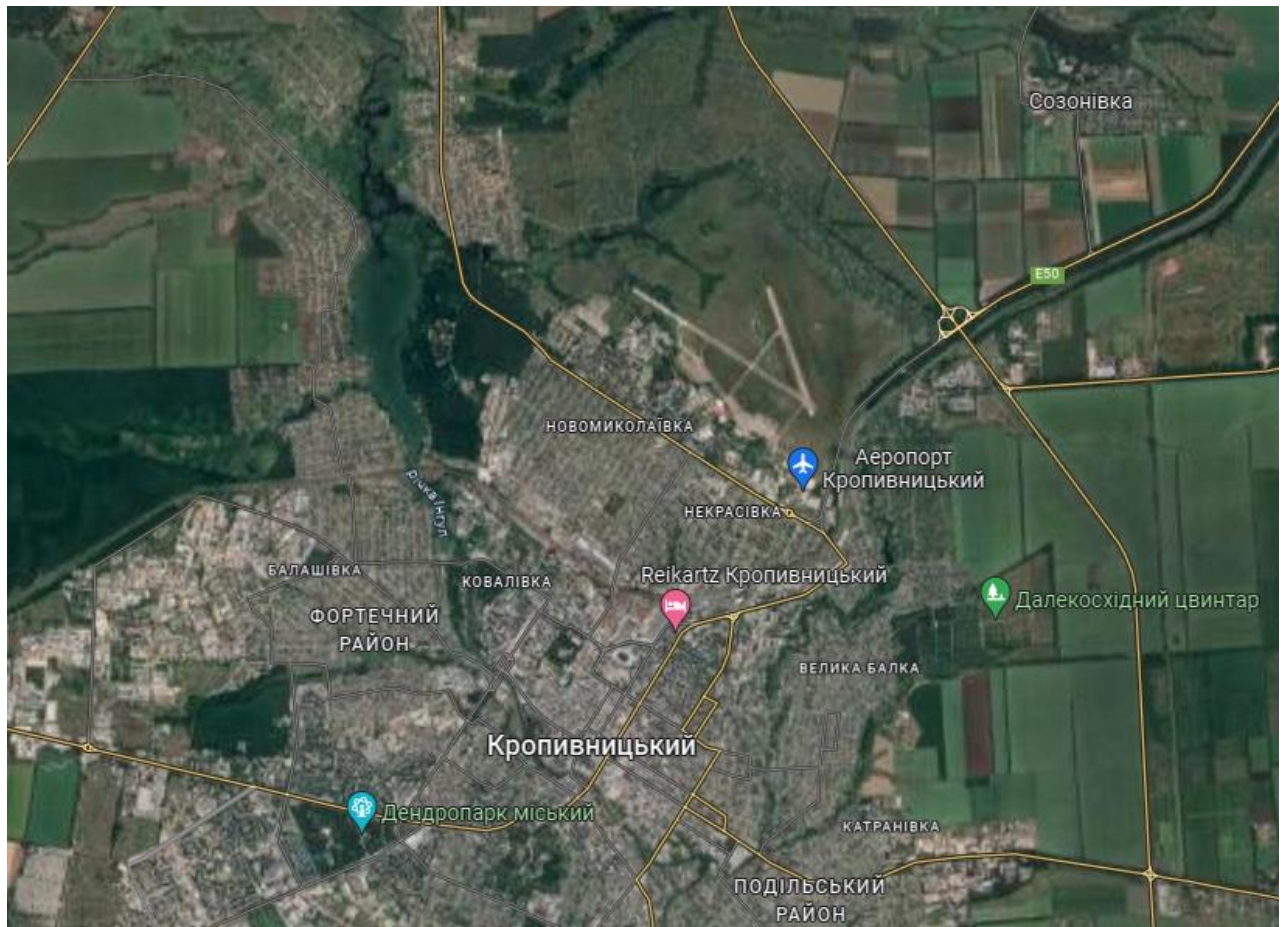


Рис.1.1. Розташування земельної ділянки аеропорту «Кропивницький»

На території аеропорту розташовані відділення Льотної академії Національного Авіаційного Університету, місцевої комерційної авіакомпанії УРГА, відстань від магістралі М-30 до аеропорту становить 0,5 км. Земельна ділянка аеропорту межує на півночі та східні півночі з земельними ділянками дачних кооперативів вздовж кільцевої дороги Е50, на півдні та заході з громадською забудовою (вул. Короленка), на південному сході з

Олександрівським шосе. З півдня розташований комплекс автовокзалу, промислово-складська зона з залізничними об'їзними коліями.

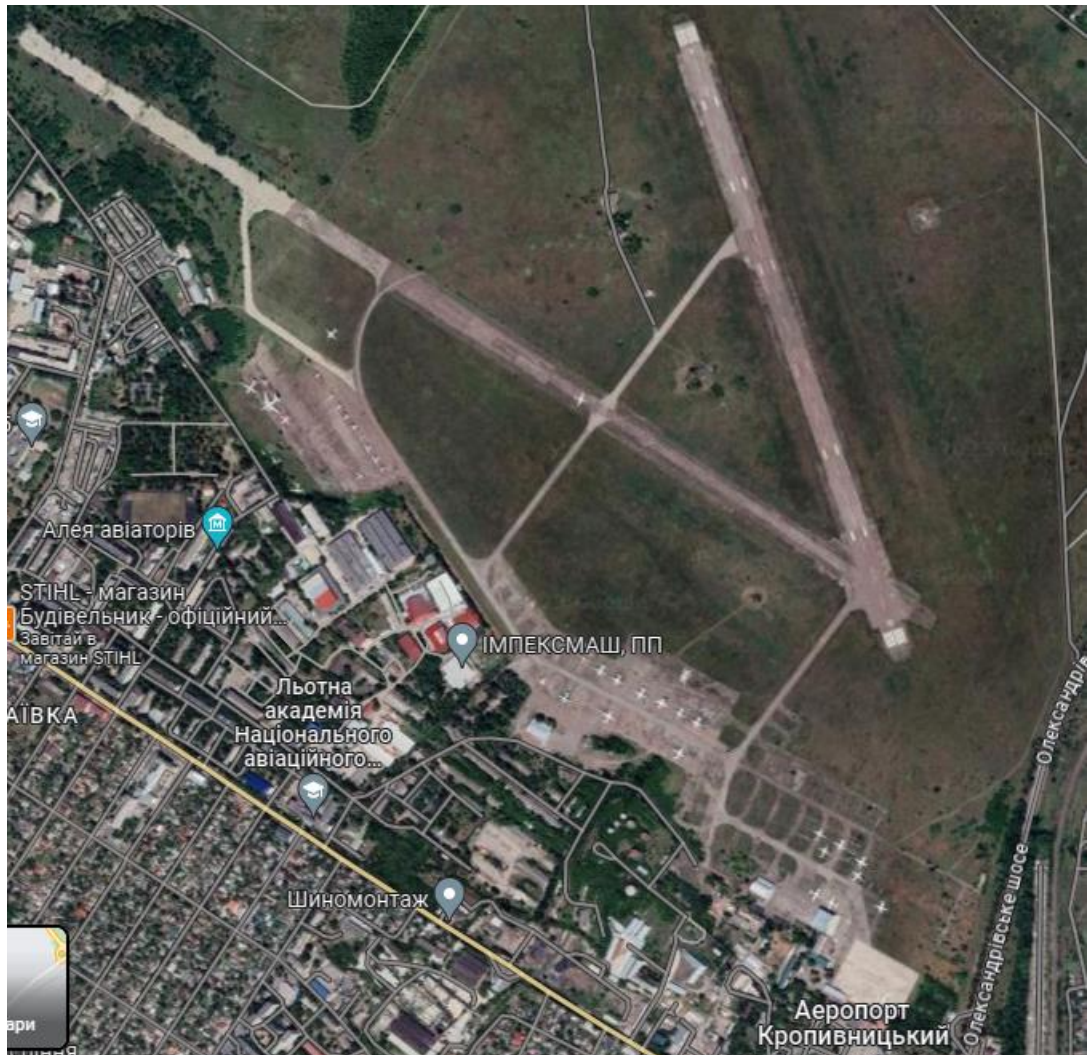


Рис.1.2. Загальний вигляд земельної ділянки аеропорту «Кропивницький»

1.2. Функціональне призначення аеродромного комплексу та режим використання

Функціональним призначенням аеродромного комплексу є обслуговування пасажирів та міжнародних та внутрішніх авіаліній, проводжачих (зустрічаючих, службовців та інших осіб, а також передпольотного технологічного обслуговування екіпажів ПС (повітряних суден на міжнародних повітряних лініях (МПЛ) і внутрішніх повітряних лініях (ВПЛ)). Заплановані міжнародні перевезення потребують відповідного обладнання терміналу й технологій.

1.3. Характеристика геологічних, гідрологічних, кліматичних умов

Клімат м. Кропивницький обумовлений його розташуванням у степовій зоні:

- середня температура січня становить - 5,6°C,
- середня температура липня + 20,2°C.
- середньорічна кількість опадів - 474 мм (у середньому за рік у місті спостерігається 130 д опадями).

Стандартна атмосфера, ухвалена в Україні, співпадає із стандартною атмосферою, ухваленою Міжнародною організацією цивільної авіації (ІКАО), і має наступні характеристики:

- повітря є ідеально сухим газом;
- фізичні константи повітря – густина на рівні моря $\rho_0 = 1,23 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ або масова густина $\rho_0 = 0,125 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-4}$;
- температура на рівні моря $T_0 = 288,15^\circ\text{К}$, або $t_0 = 15^\circ\text{С}$;
- тиск повітря на рівні моря 760 мм рт. ст.;
- стан повітря спокійний – штиль;
- закон падіння температури по висоті (до висоти 11 000 м над рівнем моря) – 1.1.

1.4. Характеристика аеропорту «Кропивницький» та аеродрому, інженерно-транспортної інфраструктури та технічний стан

1. На даний момент аеропорт здатний приймати літаки класу Як-40, Ан-24, SAAB 340 (табл.1.1)

Таблиця 1.1

Характеристики літаків

Тип повітряного судна	АСН повітряних суден	Тиск пневматика колеса, МПа	Мах злітна маса ПС, т	Мін злітна маса ПС, т	Розмах крил, м
Як- 40	10	0,39	16000	9700	25
Ан-24	11	0,50	21800	13400	29
SAAB 340	8	0,82	13100	8100	21

Тобто кодове позначення аеродрому за ІСАО є «ЗС»:

- Кодова літера «С» - розмах крил повітряних суден які експлуатуються від 24 до 36 м, але не враховуючи 36 м;
- Кодовий номер «З» - розрахункова довжина льотного поля від 1200 до 1800 м, але не враховуючи 1800 м.

2. Несуча здатність існуючих аеродромних покриттів характеризується наступними класифікаційними числами:

- ЗПС-12/ R/C/X/T;
- РД-12/R/C/X/T;
- перон-16 F/D/Y/T.

3. На аеродромі розташовано:

- Перша льотна смуга ЗПС №1 (діюча) 1300 × 45 м - тип покриття жорстке (армобетон);
- Друга льотна смуга ЗПС №2 (є недіюча) 1680 × 43 м – тип покриття ґрунтове;
- руліжні доріжки загальною довжиною 3520 м шириною 15 м;
- пасажирський перон площею 15 090 м²;
- місця стоянки (зруйновані) загальною площею 152 490 м².

4. Склад територія транспортної інфраструктури: зона зовнішнього транспорту 425,5 га; вулиці, площі та дороги в межах червоних ліній 3,4 га; смуги відводу залізниці 0,5 га

5. На глибині 10 м від поверхні землі підземних вод не виявлено.

Згідно матеріалів обстеження, категорія руйнації аеродромних покриттів ШЗПС, РД та пасажирського перону не визначалась.

РОЗДІЛ 2

НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Проблематика конструкції існуючого аеродрому та обмеженість в експлуатації літаків з вищими показниками

Можливість експлуатації повітряних суден (ПС) на штучних покриттях визначається шляхом співвідношення класифікаційного числа аеродромного покриття (PC), що характеризує несучу здатність конструкції покриття без обмеження інтенсивності руху чи маси ПС, із класифікаційними числами літаків (AC) при однаковій категорії міцності основи.

ACN – кодовий показник навантаження, що передається від повітряного судна на покриття при певній міцності його основи на ньому ПС без будь-яких обмежень (а масою і/або інтенсивністю польотів).

PCN – кодовий показник несучої спроможності покриття для експлуатації.

Несуча спроможність штучних покриттів, які призначені для експлуатації повітряних суден масою більше 5700 кг, повинна бути визначена у вигляді класифікаційного показника покриття, що містить наступні данні [1]:

- класифікаційне числове (ціле) значення PCN, характеризує несучу здатність покриття;
- код типу покриття: жорстке – R-rigid, нежорстке – F-flexible;
- код категорії міцності ґрунтової основи покриття: А – висока (коефіцієнт постелі основи жорстких покриттів (K_{se}), розрахункове - більше 120 МН/м³); В – середня (більше 60 до 120 МН/м³); С – низька (більше 25 до 60 МН/м³); D – наднизька (25 МН/м³ та менше);
- код категорії максимально допустимого для покриття тиску в пневматику ПС: W – високий (максимально припустимий тиск у пневматиках – більше 1,5 МПа); X – середній (не більше 1,5 МПа); Y – низький (не більше 1 МПа); Z – наднизький (не більше 0,5 МПа);
- код методу визначення несучої здатності покриття: Т – технічна оцінка, отримана на підставі спеціальних досліджень характеристик міцності

покриттів, в тому числі теоретичний метод; U – використання досвіду експлуатації ПС, коли відомо, що це покриття при регулярних польотах задовільно витримує навантаження від ПС певного типу та маси.

Покриття може експлуатуватися повітряними суднами без обмеження, якщо задовольняється дана умова:

$$ACN_1 \leq PCN, \quad (2.1)$$

ACN_1 – класифікаційне число повітряного судна з максимальною масою;

Якщо умова не задовольняється, потрібно визначити можливість експлуатації ПС на покритті з вводом одного з трьох варіантів обмежень цієї експлуатації [2]:

1) Обмеження за масою повітряного судна (без обмеження інтенсивності його польотів) визначається шляхом лінійної інтерполяції значень ACN між масою порожнього повітряного судна та максимальною масою. При цьому значення PCN прирівнюється до значення ACN при одній категорії міцності ґрунтової основи за формулою (2.2):

$$m_{\text{дон}} = m_1 - \left(\frac{(m_1 - m_2) \cdot (ACN_1 - PCN)}{ACN_1 - ACN_2} \right), \quad (2.2)$$

де $m_{\text{дон}}$ – маса, з якою дозволяється експлуатація повітряного судна; m_1 – максимальна маса повітряного судна; m_2 – маса порожнього повітряного судна; ACN_1 – класифікаційне число повітряного судна з максимальною масою; ACN_2 – класифікаційне число порожнього повітряного судна;

2) Обмеження за інтенсивністю польотів повітряних суден (без обмеження його максимальної маси). Дозволяється експлуатувати ПС з максимальною масою на жорстких покриттях, залежно від розрахункових значень PCN/ACN_1 : обмежувати

- десятьма літако-вильотами на добу, якщо $1 > PCN/ACN_1 \geq 0,85$;
- двома літако-вильотами на добу, якщо $0,85 > PCN/ACN_1 \geq 0,8$;
- одним літако-вильотом на добу, якщо $0,8 > PCN/ACN_1 \geq 0,75$;

3) Обмеження за масою та інтенсивністю польотів повітряних суден. Визначається за формулою (2.3):

$$m_{\text{дон}} = m_1 - \left(\frac{(m_1 - m_2) \cdot \left(ACN_1 - \frac{PCN}{k_n} \right)}{ACN_1 - ACN_2} \right), \quad (2.3)$$

k_n – поправочний коефіцієнт, що враховує кількість літако-вильотів на добу: для жорстких покриттів: $k_{10} = 0,85$ – десять літако-вильотів на добу; $k_2 = 0,8$ – два літако-вильоти на добу; $k_1 = 0,75$ – один літако-виліт на добу.

В даному випадку класифікаційне число PCN для даного аеродромного покриття (ЗПС №1,) має такий вигляд:

PCN 12/ R/C/X/T

код типу покриття R – жорстке; код основи C – код категорії міцності ґрунтової основи покриття: низька (більше 25 до 60 МН/м³) (коефіцієнт постелі основи жорсткого покриття входить у проміжок $25 < K_{se} < 60$ МН/м³); код тиску X – тиск середній (оскільки тиск у пневматику ПС не більше 1,5 МПа); код методу T – технічна оцінка, отримана на підставі розрахунку характеристик міцності покриття за допомогою теоретичних методів.

У таблиці 2.1 наведені ACN [37] повітряних суден кодової букви «С» (група С за розмахом крил: від 24 до 36 м, але не включаючи 36 м) типу А320 та В7.

Таблиця 2.1

Характеристики літаків

Тип повітряного судна	ACN повітряних суден	Тиск пневматики колеса МПа	Мах злітна маса ПС т	Мін злітна маса ПС т
A320-200	48	1,44	75,9	44,1
A300-200 (Optional Bogie)	27	1,22	72,5	40,2
A320-212 (optional 4-Wheel Bogie)	29	1,22	76,4	49,0
A321-100	52	1,28	76,9	46,1

B737-200, 200C Advanced	39	1,26	57,2	30,0
B737-800	56	1,47	77,7	40,6
B737-900	56	1,47	78,7	42,0
ATR-72 (Aerospatiale)	14	0,79	21,1	12,5

Якщо порівняти класифікаційне число існуючих покриттів аеродрому з класифікаційним числом більшості повітряних суден із таблиці 1, стає очевидним недостатність несучої здатності штучних покриттів навіть для обмеженої експлуатації літаками.

Наприклад, PCN/ACN для ЗПС та ПС типу:

- A320-200 становить 0,25;
- A321-100 – 0,23;
- B737-800 та B737-900 – 0,21.

Експлуатувати на аеродромі всі сучасні повітряні судна кодової букви «С» без обмежень злітної маси та (або) інтенсивності польотів неможливо. Аеродром потребує реконструкції.

Реконструкція необхідна для доведення параметрів існуючого аеродромного комплексу до рівня забезпечення експлуатації повітряних суден кодового позначення «4С» та доведення аеропорту до наступних показників:

- Призначення повітряних сполучень – міжнародні;
- Річний об'єм транспортної роботи – клас I;
- Вид обслуговування авіаційних перевезень: пасажирські та вантажні;
- Транспортне призначення – базове;
- Розташування аеропорту відносно повітряних ліній – кінцеві та проміжні.
- Проектована потужність: будівля аеровокзального комплексу для обслуговування пасажирів – 200 пас./год; будівля аеровокзального комплексу для обслуговування вантажів – 200 т/год.

Для досягнення цих показників необхідно:

- Виконати подовження ЗПС орієнтуючись на обрані за найвищими показниками розрахункові літаки B737-800, B737-900 та A321-100;
- Збільшити ширину РД укріпленими узбіччями до 30 м;
- А також розробити конструкцію покриття який буде відповідати розрахунковим літакам.

2.2. Загальний розгляд варіантів методів реконструкції аеродромних покриттів

Згідно вимог [3], існуюче армобетонне покриття може посилюватися монолітним бетоном, армобетоном, залізобетоном, збірними попередньо напруженими залізобетонними плитами аеродромними (типу ПАГ) та асфальтобетоном.

У світовій практиці, при наявності сучасної будівельної техніки та новітніх високоефективних будівельних матеріалів з успіхом застосовується при реконструкції аеродромів як жорстке, так і не жорстке покриття. Вибір типу покриття виконується після аналізу наявності місцевої сировинної бази (або можливості закупівлі сировини за кордоном), наявності підрядних висококваліфікованих будівельних організацій (або фінансова можливість залучення закордонних фахівців) і т.д.

В даній роботі розглядається реконструкція аеродромних покриттів методом посилення, яке можливе з асфальтобетону, так і цементобетону, а також розбирання існуючого покриття з подальшим будівництвом нового.

Із існуючого шару армобетону методом руйнації з подальшим додаванням цементу та щебню передбачається створити зміцнену штучну основу для нових покриттів.

Одним з методів руйнації є метод холодної регенерації (холодного ресайклінгу), що представляє собою укріплення (стабілізацію) кам'яних матеріалів в'язучими шляхом попереднього фрезерування та змішування на місці. Цим досягається значна економія будівельних матеріалів. Крім того, руйнування старого покриття дозволяє ліквідувати джерело утворення нових відображених тріщин. Не потрібна утилізація старого покриття.

Витрати в'язучих матеріалів та домішок визначаються при лабораторному підборі складу суміші та випробуванні фізико-механічних властивостей зразків і укріплених шарів.

Порівняльний аналіз методів реконструкції аеродромних покриттів:

Перелік робіт при традиційній реконструкції з розбиранням:

- Розбирання існуючої конструкції екскаваторами, бульдозерами, вручну;
- Навантаження та вивезення матеріалів від розбирання та їх утилізація;
- Планування поверхні дна корита;
- Завезення нових матеріалів на будівельний майданчик;
- Улаштування нової дренажної системи аеродрому;
- Улаштування конструктивних шарів аеродромного одягу;
- Улаштування укріплених узбіч аеродромних покриттів.

Перелік робіт при реконструкції з регенерацією існуючого покриття:

- Розбивання існуючого покриття;
- Укладання додаткових щебених матеріалів для вимірювання поверхні аеродромних покриттів (за необхідності);
- Додавання цементу;
- Зміщення складових матеріалів методом ресайклінгу;
- Планування та ущільнення регенованого шару;
- Улаштування конструктивних шарів посилення аеродромного покриття та укріплення узбіч.

Виходячи з аналізу видно, що метод регенерації дозволяє виключити із технологічного процесу такі високовартісні операції, як розбирання, вивезення та утилізація існуючої конструкції аеродромних покриттів та закупка і завезення нових будівельних матеріалів. Немає потреби в улаштуванні нових шарів штучної основи із щебню і піску (існуюча основа не пошкоджується).

Розбивання існуючого покриття буде виконуватись на підставі найбільш доцільного методу з використанням сучасної техніки та устаткування.

Варіанти посилення існуючих та будівництва нових аеродромних покриттів для підвищення їх несучої здатності для експлуатації без обмежень:

Перший варіант – розбирання існуючого покриття з будівництвом нового:

Конструкція покриття жорсткого типу:

- Верхній шар покриття із монолітного цементобетону товщиною 45 см;
- Розділовий прошарок;
- Нижній шар покриття із «пісного» цементобетону товщиною 35 см;
- Штучна основа із піскоцементу товщиною 20 см.

Конструкція покриття нежорсткого типу:

- Покриття із щільного дрібнозернистого асфальтобетону товщиною 12 см;
- Покриття із щільного крупнозернистого асфальтобетону товщиною 24 см;
- Основа із щебню з просоченням бітумом товщиною 8 см;
- Основа із щебню розклиненого товщиною 20 см;
- Основа із піску товщиною 26 см.

Другий варіант – посилення з улаштуванням нових конструктивних шарів на існуючому покритті:

Посилення існуючого армобетонного покриття жорстким шаром:

- Монолітний цементобетон товщиною 35 см;
- Розділовий прошарок;
- Штучна основа, виконана методом регенерації існуючого покриття з додаванням цементу та щебню товщиною 25 см.

Посилення існуючого армобетонного покриття нежорстким шаром:

- Щільний дрібнозернистий асфальтобетон товщиною 12 см;
- Армуюча геосітка;
- Щільний крупнозернистий асфальтобетон товщиною 24 см;
- Армуюча геосітка;
- Штучна основа, виконана методом регенерації існуючого покриття з додаванням цементу та щебню товщиною 25 см.

Терміни «жорстке» та «нежорстке» використовуються для позначення двох основних типів покриття. Вони відображають реакцію покриття кожного типу на прикладене навантаження

Жорстке покриття реагує на поверхневі навантаження, розподіляючи їх на широкі зони основи за рахунок згинаючого або прямолінійного зусилля [48].

Нежорстке покриття прогинається під дією поверхневого навантаження, розширюючи зону навантаження та зменшуючи навантаження від шару покриття до шарів основи.

Також слід зауважити, що в більшості всі типи американських та європейських повітряних суден мають високий тиск у пневматиках коліс 1,25 – 1,55 МПа, на відміну від тих що експлуатуються на території України 0,90 – 1,10 МПа. На поверхні аеродромного покриття саме контактний тиск пневматика коліс є найбільш критичним елементом навантаження.

Оскільки в даному випадку є необхідність змін геометричних параметрів ЗПС для підвищення кодового класу аеродрому з «3С» до «4С», а також через вірогідні наслідки руйнації покриття та прилеглих територій від військових дій, більш доцільним буде «варіант №1 – розбирання існуючого покриття з будівництвом нового». В якому будуть розглядатися типи як жорсткого так і нежорсткого покриття, хоча враховуючи досвід реконструкції цивільних аеродромів України (аеродром Львів, аеродром Харків, аеродром Київ «Жуляни», ДП МА «Бориспіль»), слід зауважити, що застосування цементобетону більш доцільне, ніж асфальтобетону, оскільки основної складової для приготування якісного асфальтобетону – бітуму – в Україні для рівня аеродромів поки немає.

2.3. Приклади випробовування будівельних матеріалів для нежорсткого асфальтобетонного покриття. Випробування асфальтобетонних сумішей

2.3.1. Визначення вмісту в'язучого випалюванням

Засоби контролю і допоміжне обладнання [4]:

- Витяжна шафа чи витяжний зонт, що мають забезпечувати вимоги до робочих зон та приміщень, в яких здійснюється виготовлення сумішей;

- Шафа сушильна Matest (призначена для нагріву матеріалів), яка забезпечує нагрів до температури $(500 \pm 10) ^\circ\text{C}$;
- Ваги лабораторні 4-го класу точності згідно з ДСТУ ЕМ 45501, що забезпечують похибку зважування $\pm 0,1$ г;
- Лотки металеві вогнетривкі;
- Щипці та рукавиці;
- Кельма закругленої форми.

Проведення випробування:

1. Порожні металеві лотки нумерують та зважують на лабораторних вагах.
2. Після чого досліджувану суміш розміщують в лотках таким чином, щоб вона була укладена рівномірним шаром (рис.2.1), загальна маса якої повинна складати: для піщаних та дрібнозернистих сумішей та асфальтобетонів - (1500 ± 50) г; завтовшки не більше одного діаметра максимальної крупності зерен, і також зважують на лабораторних вагах.



Рис. 2.1. Лотки в яких розміщена асфальтобетонна суміш

3. Лотки з сумішшю витримують у шафі за температури $(500 \pm 10) ^\circ\text{C}$ протягом (90 ± 1) хв. Після цього лотки за допомогою щипців виймають з шафи, охолоджують на товстій металевій плиті на повітрі до кімнатної температури $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та зважують з точністю до $\pm 0,1$ г. Потім лотки з сумішшю знову ставлять у шафу і прожарюють при $(500 \pm 10) ^\circ\text{C}$ протягом (30 ± 1) хв. Після повторного прожарювання лотки виймають щипцями з печі, охолоджують на товстій металевій плиті до кімнатної температури $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ і зважують з точністю до $\pm 0,1$ г [4].

Цю процедуру повторюють до досягнення постійної маси кожного лотка з сумішшю (рис. 2.2). Її припиняють після того, як різниця між масами останніх зважувань буде становити менше ніж 0,1 %, що буде свідчити про повне видалення бітумного в'язучого шляхом термоокислення із асфальтобетонної суміші.



Рис. 2.2. Лотки з сумішшю після випалювання

При витримуванні суміші у муфельній печі в'язуче частково стікає на дно лотка, тому його треба періодично перемішувати кельмою закругленої форми.

Обробка результатів випробування[4]

Масову частку в'язучого q_b у відсотках обчислюють з точністю до другого десяткового знаку за формулами (2.4-2.5):

- при дозуванні в'язучого, що включене в 100 % складу асфальтобетонної суміші:

$$q_b = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100 \% , \quad (2.4)$$

де m_1 - маса лотка з наважкою суміші до випалювання, г;

m_2 - маса лотка з наважкою суміші після випалювання, г;

m - маса лотка, г;

Лоток № 1:

$$m_1 = 1456,2 \text{ г}; m_2 = 1395,9 \text{ г}; m = 492,3 \text{ г};$$

$$q_{\delta,1} = \frac{1456,2 - 1395,9}{1456,2 - 492,3} \cdot 100 = 6,25 \%$$

Лоток № 5:

$$m_1 = 1549,8 \text{ г}; m_2 = 1484,7 \text{ г}; m = 499,0 \text{ г};$$

$$q_{\delta,5} = \frac{1549,8 - 1484,7}{1549,8 - 499,0} \cdot 100 = 6,20 \%$$

Лоток № 8:

$$m_1 = 1503,8 \text{ г}; m_2 = 1441,6 \text{ г}; m = 495,6 \text{ г};$$

$$q_{\delta,8} = \frac{1503,8 - 1441,6}{1503,8 - 495,6} \cdot 100 = 6,17 \%$$

- при дозуванні в'язучого понад 100 % мінеральної частини суміші:

$$q_{\delta} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \cdot 100 \% \quad (2.5)$$

де m_1 - маса лотка з наважкою суміші до випалювання, г;

m_2 - маса лотка з наважкою суміші після випалювання, г;

m - маса лотка, г;

Лоток № 1:

$$m_1 = 1456,2 \text{ г}; m_2 = 1395,9 \text{ г}; m = 492,3 \text{ г};$$

$$q_{\delta,1} = \frac{1456,2 - 1395,9}{1395,9 - 492,3} \cdot 100 = 6,67 \%$$

Лоток № 5:

$$m_1 = 1549,8 \text{ г}; m_2 = 1484,7 \text{ г}; m = 499,0 \text{ г};$$

$$q_{\delta,5} = \frac{1549,8 - 1484,7}{1484,7 - 499,0} \cdot 100 = 6,60 \%$$

Лоток № 8:

$m_1 = 1503,8$ г; $m_2 = 1441,6$ г; $m = 495,6$ г;

$$q_{6,8} = \frac{1503,8 - 1441,6}{1441,6 - 495,6} \cdot 100 = 6,58 \%$$

Масову частку в'яжучого визначають за результатами випробування трьох паралельних проб сумішей. Розходження між результатами паралельних визначень не повинно бути більше 0,2 % (за абсолютною величиною).

2.3.2. Визначення зернового складу мінеральної частини асфальтобетонної суміші

Засоби контролю і допоміжне обладнання [4]:

- Віброгрохот А059-02 КІТ: призначений для розсіювання матеріалів (рис.2.3);
- Набір сит з вічками потрібного розміру (рис. 2.4);
- Ваги лабораторні 4-го класу точності згідно з ДСТУ ЕИ 45501, що забезпечують похибку зважування $\pm 0,1$ г;
- Сушильна шафа (рис.2.5), яка забезпечує нагрів до температури (200 ± 5) °С та підтримку заданої температури протягом потрібного часу з похибкою ± 5 °С;
- Товкачик з гумовим наконечником;



Рис.2.3. Віброгрохот



Рис. 2.4. Набір сит



Рис.2.5. Сушильна шафа

- Посудина місткістю від 6 л до 10 л;
- Вода згідно з ДСТУ Б В.2.7-273 або згідно з ДСанПіН 2.2.4-171.

Проведення випробування і обробка результатів

1. Мінеральну суміш, що залишилась після випалювання із неї в'яжучого згідно з ([4] п .2.1.1), зважують, потім пересипають у металеву посудину (миску), заливають невеликою кількістю води і розтирають товкачиком з гумовим наконечником протягом від 2 хв до 3 хв.

2. Воду з завислими в ній частками зливають крізь сито з сіткою № 0,071, яке установлене над посудиною місткістю від 6 л до 10 л. Частки, які залишились в мисці, знову заливають чистою водою, розтирають і воду знову зливають крізь сито.

Послідовне розтирання часток і зливання каламутної води продовжують до тих пір, поки вода не буде прозорою. Після закінчення промивання частки мінерального матеріалу більше 0,071 мм, які залишились на ситі, переносять у металеву посудину (миску) із залишком мінеральної суміші, потім миску ставлять у сушильну шафу для висушування залишку мінерального матеріалу до постійної маси за температури $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$. (рис.2.6)

Маса вважається постійною, коли різниця між двома послідовними зважуваннями з інтервалом 1 год не буде перевищувати 0,1 % від маси наважки.



Рис. 2.6. Висушений залишок мінерального матеріалу

3. Висушену пробу мінерального матеріалу просівають крізь набір сит (рис. 2.3, 2.4) за допомогою віброгрохоту А059-02 КІТ протягом 5 хв.

4. Далі кожне сито окремо вручну додатково струшують протягом (60 ± 5) с над листом паперу (рис.2.7), якщо на папері є залишок часток, що пройшли крізь сито, то вони додаються до часток сита з меншим розміром отворів.



Рис.2.7. Додаткове просіювання над листом паперу

5. Частки, що залишились на ситі зважуються та вносяться у бланк результатів у грамах (рис. 2.8).

Наказ на відряджені

№ ЗА АКТОМ		
Тип і марка		
Записано в прот.	V1	III
№ дека	27	25
40	—	—
25	—	—
20	—	—
15	—	—
10	34,8	23,0
5	267,4	235,2
2,5	116,2	134,4
1,25	110,3	110,3
0,63	79,7	98,6
0,315	65,8	79,1
0,14	22,3	24,9
0,071	33,3	40,2

Рис. 2.8. Внесення результатів

6. Вміст зерен розміром менше ніж 0,071 мм у відсотках визначають як різницю між 100 % та повними залишками на ситі 0,071 мм.

7. За результат випробування приймають середнє арифметичне двох паралельних випробувань. Розбіжність між результатами паралельних

випробувань на одному ситі не повинна перевищувати 2 % від загальної маси наважки. Масова доля втрат матеріалу при розсіві не повинна перевищувати 2 % від взятої наважки.

2.3.3. Випробування асфальтобетонних зразків (кернів). Визначення середньої густини асфальтобетону

Суть методу полягає у визначенні гідростатичним зважуванням середньої густини зразків, що виготовлені в лабораторії або відібрані із конструктивних шарів дорожнього одягу [4].

Засоби контролю і допоміжне обладнання

- Установка для гідростатичного зважування (рис. 2.9) – використовується для визначення середньої густини та водонасичення асфальтобетонних зразків. Конструкція має електронні ваги, що оснащені пристосуванням під крюк, а в нижній частині має платформу яка регулюється по висоті;
- Термометр електронний;
- Вода згідно з ДСТУ Б В.2.7-273 або згідно з ДСанПіН 2.2.4-171.



Рис.2.9. Установка для гідростатичного зважування

Проведення випробування

1. Перед випробуванням всі зразки нумерують за допомогою канцелярського коректора (рис. 2.10).

2. Зразки зважують на повітрі та записують результат у бланк.

3. Потім зразки занурюють на (30 ± 1) хв у посудину з водою, яка має температуру (20 ± 1) °С, так, щоб рівень води у посудині був вище поверхні зразків не менше ніж на 20 мм.

4. Після цього зразки зважують у воді за температури (20 ± 1) °С, слідкуючи за тим, щоб на зразках не було бульбашок повітря (рис.2.11) та записують результат у бланк (рис.2.13) .



Рис.2.10. Керни



Рис.2.11. Зважування керну у воді

5. Після зважування у воді зразки обтирають м'якою вологою тканиною і повторно зважують на повітрі (рис.2.12) та записують результат у бланк (фото 14).



Рис.2.12. Зважування керну на повітрі

Наказ на відрядження № _____ від _____
 СФ.3.1.7.5-01.03 «Первинні дані визначення густини, водонасиченості та пористості (перформованих зразків сумішей) переформованих зразків»

№ ЗА АКТОМ	Тип і марка	D, см	№ зразка	q0 суцільний	q1 витриманий 30 хв. у воді зважують на повітрі	q2 витриманий 30 хв. у воді зважують у воді	
№1 11.25 12.25	АВТОМ АК 2000 K1/ABOX	Др.ц. А	7,1	1	685,0	685,3	404,6
				2	683,5	684,2	403,7
				3	683,0	683,4	404,6
№4 11.25 12.25	79/23	МДХР	19,1	1	1802,5	1816,0	1004,6
				2	1819,1	1829,6	1010,3
				3	1796,3	1813,5	1004,6
834/23				6	5359,7	5362,7	3271,4
				5	4773,9	4775,1	2909,1
				4	4115,8	4119,0	2505,6
832				1	4410,9	4423,5	2656,4
				2	4737,2	4739,0	2896,6
				3	4657,0	4670,8	2796,1
836				3	5595,3	5631,1	3343,0
				2	4976,8	4994,5	2964,6
835				1	5460,8	5495,4	3261,8
				9	4841,7	4852,4	2988,2
				8	4589,4	4596,9	2819,3
838				7	4662,6	4671,7	2869,1
				4	4995,2	5018,0	2982,5
				5	4752,2	4755,8	2847,0
				6	4724,9	4732,1	2828,6

Рис.2.13. Бланк для внесення результатів випробування

Обробка результатів випробування

Середню густину зразка асфальтобетону ρ_m у грамах на кубічний сантиметр обчислюють за формулою (2.6):

$$\rho_m = \frac{m \cdot \rho^6}{m_2 - m_1}, \quad (2.6)$$

де m - маса зразка на повітрі до зволоження, г;

ρ^6 - істинна густина води, 1 г/см³;

m_2 - маса зразка, витриманого 30 хв у воді і зваженого на повітрі, г;

m_1 - маса зразка витриманого 30 хв у воді і зваженого у воді, г.

Зразки АВТ.Др.Щ.А:

$$\text{Керн № 1: } \rho_m = \frac{685,0}{685,3 - 404,6} = 2,44 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 2: } \rho_m = \frac{683,5}{684,2 - 403,7} = 2,44 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 3: } \rho_m = \frac{683,0}{683,4 - 404,6} = 2,45 \text{ г/см}^3$$

Зразки 793:

$$\text{Керн № 1: } \rho_m = \frac{1802,5}{1818,0 - 1001,6} = 2,21 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 2: } \rho_m = \frac{1810,1}{1820,0 - 1010,3} = 2,24 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 3: } \rho_m = \frac{1797,3}{1817,5 - 1004,6} = 2,21 \text{ г/см}^3$$

Зразки 834:

$$\text{Керн № 6: } \rho_m = \frac{5359,7 \cdot 1}{5362,7 - 3271,4} = 2,56 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 5: } \rho_m = \frac{4773,9 \cdot 1}{4775,1 - 2909,1} = 2,56 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 4: } \rho_m = \frac{4115,8 \cdot 1}{4119,0 - 2505,6} = 2,55 \text{ г/см}^3$$

Зразки 832:

$$\text{Керн № 1: } \rho_m = \frac{4410,9 \cdot 1}{4423,5 - 2656,4} = 2,50 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 2: } \rho_m = \frac{4737,2 \cdot 1}{4739,0 - 2856,6} = 2,52 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 3: } \rho_m = \frac{4657,0 \cdot 1}{4670,8 - 2796,1} = 2,48 \text{ г/см}^3$$

Зразки 836:

$$\text{Керн № 3: } \rho_m = \frac{5595,3}{5631,1 - 3343,0} = 2,45 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 2: } \rho_m = \frac{4976,8}{4994,5 - 2964,6} = 2,45 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 1: } \rho_m = \frac{5460,8}{5495,4 - 3261,8} = 2,44 \text{ г/см}^3$$

Зразки 835:

$$\text{Керн № 9: } \rho_m = \frac{4841,7}{4852,4 - 2988,2} = 2,59 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 8: } \rho_m = \frac{4589,4}{4596,9 - 2819,3} = 2,58 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 7: } \rho_m = \frac{4662,6}{4671,7 - 2869,1} = 2,59 \text{ г/см}^3$$

Зразки 838:

$$\text{Керн №4: } \rho_m = \frac{4995,2}{5018,0 - 2982,5} = 2,45 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 5: } \rho_m = \frac{4752,2}{4755,8 - 2847,0} = 2,49 \text{ г/см}^3$$

$$\text{Керн № 6: } \rho_m = \frac{4724,9}{4732,1 - 2828,6} = 2,48 \text{ г/см}^3$$

За результат визначення середньої густини приймають округлене до другого десяткового знаку середньо-арифметичне значення результатів

визначення середньої густини трьох зразків. Якщо розходження між найбільшим і найменшим результатами паралельних визначень перевищують $0,01 \text{ г/см}^3$, то проводять повторні випробування і обчислюють середньо-арифметичне із шести значень [4].

2.3.4. Визначення водонасичення асфальтобетонних зразків (кernів)

Суть методу полягає у визначенні кількості води, яку поглинає зразок при заданому режимі насичення. Водонасичення визначають на зразках, приготованих у лабораторії з суміші, або на зразках-вирубках (кернах), відібраних з покриття (основи) [4].

Засоби контролю і допоміжне обладнання

- Установа для гідростатичного зважування (рис.3, фото 10) – використовується для визначення середньої густини та водонасичення асфальтобетонних зразків. Конструкція має електронні ваги, що оснащені пристосуванням під крюк, а в нижній частині має платформу яка регулюється по висоті;
- Термометр електронний;
- Установа вакуумна, що забезпечує досягнення та підтримання тиску 2000 Па (15 мм рт.ст.);
- Вода згідно з ДСТУ Б В.2.7-273 або згідно з ДСанПіН 2.2.4-171.

Проведення випробування

1. Водонасичення визначають на зразках циліндричної форми або на зразках-вирубках (кернах), на яких було визначено середню густину відповідно до п.2.2.1.

2. Вже зважені зразки на повітрі і у воді за попереднім дослідом 2.2,1, розміщують у ємностях вакуумної установки з водою за температури $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Рівень води над зразками повинен бути не менше ніж 3 см (рис.2.14).



Рис. 2.14. Керни, що розміщені у циліндричних ємностях вакуумної установки

3. Далі накривають кришкою установки де створюють і підтримують тиск 2000 Па (15 мм рт.ст.) протягом 1 год при випробуванні зразків з гарячих сумішей, 30 хв - при випробуванні зразків з холодних сумішей (рис.2.15).



Рис. 2.15. Закриті вакуумні установки

4. Потім тиск доводять до атмосферного і зразки витримують у тій самій посудині з водою за температури $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ протягом 30 хв.

5. Після цього зразки виймають з посудини, обтирають м'якою вологою тканиною і зважують на повітрі.

Обробка результатів випробування (рис. 2.16)

Наказ на відрядження № _____ від _____
 СФ.ЗЛ.7.5-01.03 «Первинні дані визначення густини, водонасичення, набря сумішей) переформованих зразків»

№ ЗА АКТОМ	Тип і марка	D, см	№ зразка	q0 сухий	q1 витримані 30 хв. у воді зважують на повітрі	q2 витримані 30 хв. у воді зважують у воді	q3 витримані у вакуумі зважують на повітрі
АВТом 19Х-2020 КІЛБОВ	Др.Щ.А	7,1	1	685,0	685,3	404,6	689,0
			2	683,5	684,2	403,7	689,9
			3	683,0	683,4	404,6	687,0
793/23	МОХР	10,1	1	1802,5	1818,0	1001,6	1887,4
			2	1810,1	1820,0	1010,3	1885,9
			3	1794,3	1812,5	1004,6	1882,4

Рис. 2.16. Бланк з внесеними результатами випробування

Водонасичення зразка W у відсотках обчислюють за формулою (2.7):

$$W = \frac{m_3 - m}{m_2 - m_1} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де m_3 - маса насиченого водою зразка, зваженого на повітрі, г;

m - маса сухого зразка, зваженого на повітрі, г;

m_2 - маса зразка, витриманого 30 хв у воді і зваженого на повітрі, г;

m_1 - маса зразка витриманого 30 хв у воді і зваженого у воді, г.

Зразки АВТ.Др.Щ.А:

$$\text{Керн № 1: } W = \frac{689,0 - 685,0}{685,3 - 404,6} \cdot 100 = 1,4 \%$$

$$\text{Керн № 2: } W = \frac{689,9 - 683,5}{684,2 - 403,7} \cdot 100 = 2,3 \%$$

$$\text{Керн № 3: } W = \frac{687,0 - 683,0}{683,4 - 404,6} \cdot 100 = 1,4 \%$$

Зразки 793:

$$\text{Керн № 1: } W = \frac{1887,4 - 1802,5}{1818,0 - 1001,6} \cdot 100 = 10,4 \%$$

$$\text{Керн № 2: } W = \frac{1885,9 - 1810,1}{1820,0 - 1010,3} \cdot 100 = 9,4 \%$$

$$\text{Керн № 3: } W = \frac{1882,4 - 1797,3}{1817,5 - 1004,6} \cdot 100 = 10,4 \%$$

За результат визначення водонасичення приймають округлене до першого десяткового знака середньо-арифметичне значення трьох визначень.

2.3.5. Визначення границі міцності при стиску асфальтобетонних зразків (кернів)

Суть методу полягає у визначенні граничного напруження, що призводить до руйнування зразка при заданих умовах випробування [4].

Засоби контролю та допоміжне обладнання

- Універсальний випробувальний прес Matest s205, що дозволяє проводити випробування в необхідному діапазоні навантажень, з силовимірниками, з допустимою похибкою $\pm 2 \%$ від вимірюваного навантаження, зі швидкістю руху плити або захватів преса $(3,0 \pm 0,1)$ мм/хв;
- Водяна баня з автоматичним регулюванням нагріву, що забезпечує підтримання температури $(50 \pm 1) ^\circ\text{C}$ і $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$;
- Термометр електронний
- Шарнірний пристрій для рівномірного розподілу навантаження по поверхні зразка та підвищення точності визначення показника міцності.
- Вода згідно з ДСТУ Б В.2.7-273 або згідно з ДСанПіН 2.2.4-171.

Визначення границі міцності при стиску виконують на зразках циліндричної форми, виготовлених у відповідності з вимогами [1], за допомогою методу пресування: ущільнення зразків з гарячих сумішей у лабораторних умовах виконують на пресах (рис.2.17) у формах протягом

($3.0 \pm 0,1$) хв, які відраховуються після досягнення тиску, що залежить від вмісту щебеню в суміші.



Рис. 2.17. Прес формувальний ПО-500

Під час ущільнення методом пресування забезпечують двобічне прикладення навантаження, що досягається передаванням тиску на суміш, яку ущільнюють, через два вкладиші, що вільно переміщуються у формі назустріч один одному.

При виготовленні зразків з гарячих сумішей, спочатку нагрівається суміш до температури $\pm 160^{\circ}\text{C}$ (рис.2.18)



Рис. 2.18. Асфальтобетонна суміш розігріта до необхідної температури

Форму зі вставленим нижнім вкладишем, розташовану на шаблоні-підставці, наповнюють орієнтовною кількістю суміші відповідно до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Орієнтовна кількість суміші для виготовлення зразків

Вид суміші	Розміри зразка, мм		Орієнтовна кількість суміші на зразок, г
	діаметр	висота	
Гаряча	71,4 ± 0,1	71,4 ± 0,1	640 – 670
	101,0 ± 0,2	101,0 ± 0,2	1900 – 2000

Першим виготовляють пробний зразок, за геометричними розмірами якого коригують кількість суміші для виготовлення подальших зразків. Зважену гарячу суміш рівномірно засипають та розподіляють у форму (фото 2.19) за допомогою кельми закругленої форми.



Рис. 2.19. Асфальтобетонна суміш розміщена у формах пресу

Верхню плиту преса дотикають до верхнього вкладиша і вмикають електродвигун. Тиск на суміш, що ущільнюється, доводять до 30 МПа або 40 МПа зі швидкістю пересування плити преса, близькою до 5 мм/хв, підтримують постійний тиск протягом $(3,0 \pm 0,1)$ хв (фото 2.20),



Рис. 2.20. Процес формування асфальтобетонних зразків

Після чого навантаження повільно знімають, а зразок витискають з форми витискним пристроєм (рис.2.21, 2.22)

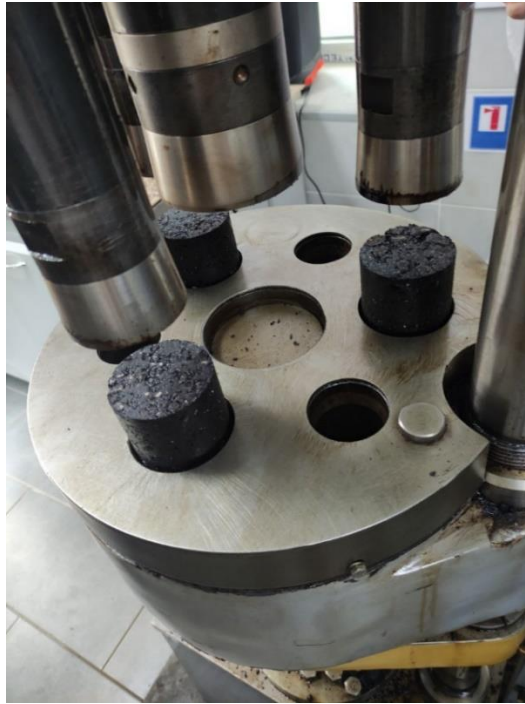


Рис.2.21. Процес виштовхування зразків із форм автоматичним способом



Рис.2.22. Процес виштовхування зразків із форм автоматичним способом

Далі отримані зразки переносять, обов'язково в спеціальних рукавицях на піддон або полицю (рис. 2.23).



Рис.2.23. Виготовлені асфальтобетонні зразки

Після виймання першого зразка з форми, заміряють його висоту за допомогою штангенциркуля, згідно з ГОСТ166 з похибкою 0,1 мм. Якщо висота зразка не відповідає наведеній у таблиці 1, то необхідну масу суміші для формування зразка m у грамах обчислюють за формулою (2.8):

$$m = m_0 \cdot \frac{h}{h_0}, \quad (2.8)$$

де m_0 - маса пробного зразка, г, h - необхідна висота зразка, мм; h_0 - висота пробного зразка, мм.

Ущільнені зразки зберігають до проведення випробувань, після чого їх маркують, реєструють у лабораторному журналі і готують до випробувань.

Продовження теми з підготовки до випробування для визначення границі міцності при стиску:

При кожній заданій температурі випробовують по три зразка. Зразки для випробувань застосовують одного віку. Перед випробуванням зразки термостатують у водяній бані з автоматичним регулюванням нагріву, що забезпечує підтримання температури $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ і $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом (60 ± 5) хв.

Проведення випробування

1. Границю міцності при стиску визначають на універсальному випробувальному пресі Matest s205 (рис.2.24) при швидкості руху плити преса $(3,0 \pm 0,1)$ мм/хв.



Рис.2.24. Випробувальний прес Matest S205

2. Для зменшення втрат температури зразків під час їх контакту з металевими плитами випробувальної машини, ці металеві плити також разом із зразками розміщують у водяній бані або на верхню та під нижню площини зразка вкладають сухий картон.

3. Зразок, який вилучено з термостата, встановлюють у центрі нижньої плити преса (рис. 2.25,2.26), потім на електронній панелі преса встановлюється та запускається режим при якому верхня плита опускається зі швидкістю 25мм/хв до моменту дотику зі зразком, далі швидкість автоматично зміниться на 3 мм/хв на відстань від поверхні зразка в межах від 1,5 мм до 2 мм. Випробування має бути закінчено протягом $(1,5 \pm 0,5)$ хв після того, як зразок вилучено з термостата.



Рис.2.25. Асфальтобетонний зразок до пресування



Рис.2.26. Асфальтобетонний зразок після пресування

4. Для забезпечення точності визначення границі міцності при стиску у пресі встановлений шарнірний пристрій (рис. 2.27), який забезпечує

рівномірний розподіл навантаження по всій площі торця зразка у випадку непаралельності верхнього на нижнього торців зразка.



Рис.2.27. зображення шарнірного пристрою

Він складається з кульки і двох металевих пластин, який установлюють на верхній торець зразка 4 (рис. 2.28).

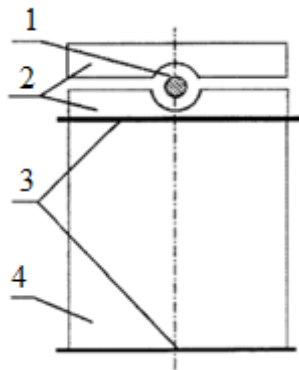


Рис.2.28. Схематичне зображення шарнірного пристрою: 1 – кулька; 2 – металеві пластини; 3 – межі площ стискуваного зразка; 4 - зразок

Обробка результатів випробування

Границю міцності при стиску R_{cm} у МПа обчислюють за формулою (2.9):

$$R_{cm} = \frac{P}{F} \cdot 10^{-2}, \quad (2.9)$$

де P - руйнівне навантаження, Н;

F - початкова площа поперечного перерізу зразка, см^2 ;

10^{-2} - коефіцієнт перерахунку у МПа.

За результат визначення приймають округлене до першого десяткового знаку середньоарифметичне значення випробувань трьох зразків.

Різниця між найбільшим та найменшим показниками не повинна перевищувати 10 %. При різниці більше 10 % за результат приймають середнє арифметичне значення двох випробувань, що мають найменшу розбіжність.

2.3.6. Визначення схильності гарячого асфальту до деформації під навантаженням

Для цього дослідження використовується прилад двоколісний трекер DWT Universal (рис.2.29) шляхом вимірювання глибини колії, утвореної повторними проходами навантаженого колеса за фіксованої температури.



Рис.2.29. Прилад двоколісний трекер DWT Universal

Спочатку на гіраторному ущільнювачі GALILEO Research (рис.2.30) відбувається підготовка зразків асфальтобетону заданої висоти і заданої щільності для подальшого випробування їх механічних властивостей.



Рис.2.30. Прилад гіраторний ущільнювач GALILEO Research

Міцна прецизійно сконструйована сталева конструкція, що включає електромеханічний механізм сервоприводу EMS для застосування вертикального навантаження та власну систему обертання форми «Orbital» (заявка на патент), що забезпечує високоточні та повторювані результати тестування, а також значення жорсткості та кутової стабільності, які зручно падають в межах, визначених у EN 12697-31.

У металевий лоток розміщують гарячу асфальтобетонну суміш (рис.2.31).



Рис.2.31. Лоток із асфальтобетонною сумішшю

Сталеву циліндричну форму (рис.2.32), зважують порожньою, після чого її змащують індустріальним маслом (олива) для уникнення прилипання зразку до форми.

Далі змащену форму відсипають асфальтобетонну суміш, кількість якої залежить від того якої товщини необхідний зразок (для дрібно зернистого асфальтобетону потрібен зразок товщиною 6 см, а крупнозернистого – 10 см).



Рис.2.32. Сталева циліндрична форма

Після чого циліндр із сумішшю розміщують в гіраторному ущільнювачі, в якому відбувається формування зразка (рис.2.33): ущільнення досягається шляхом одночасного застосування низькостатичного стиснення та дії зсуву, що призводить до руху центральної лінії випробувального зразка, що створює конічну поверхню обертання, тоді як кінці випробувального зразка залишаються приблизно перпендикулярними до осі конічної поверхні.



Рис.2.33. Процес формування зразка

Готовий зразок дістається з форми завдяки механізму виштовхування/підняття платформи на якій розміщується циліндрична форма зі зразком.



Рис.2.34. Процес виштовхування зразка



Рис.2.35. Отриманий асфальтобетонний зразок

Після чого зразки нумерують та залишають на 18 днів, після чого можна починати випробовування. Зразки розміщують у даних формах (рис.2.36), які складаються із розбірних елементів.

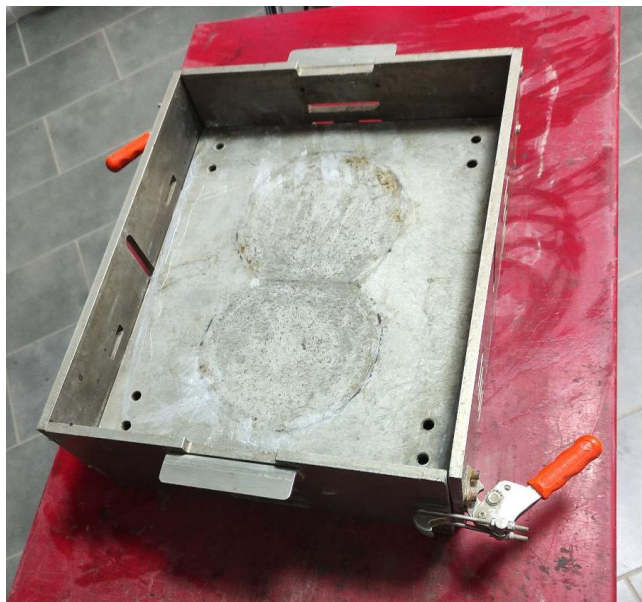


Рис.2.36. Металева форма для розміщення зразка

Зразки закріплюються в спеціальних резинових формах (рис.2.37), після чого зрізаються частини зразків для того, щоб вони тісно прилягали один до одного, але між резиновими формами повинен бути проміжок розміром ± 5 мм (рис.2.38).



Рис.2.37. Зразки у резинових формах до зрізання



Рис. 2.38. Зрізані зразки у резинових формах

Далі резинові форми зі зразками устанавлюються у металевій формі яка розміщується в приладі (рис.2.39), та завдяки комп'ютерній програмі, яка підключена до цього приладу встановлюються умови випробування, та додаткові характеристики і починається процес випробування.



Рис.2.39. Зразки у формах розміщені в приладі

Після чого закріплені форми накриваються металевими щитами, які мають прорізи для проходження коліс, а загальна область з колісною установкою щільно закривається для кращого підтримання імітованих кліматичних характеристик у даному досліді (рис.2.40).



Рис.2.40. Закрита система в приладі готова для початку дослідів

Після закінчення випробовування форми зі зразками виймаються (рис.2.40), та проводиться аналіз результатів відображених у програмному забезпеченні у вигляді числових даних та графіків (рис.2.41).



Рис.2.40. Візуальне відображення результату випробування

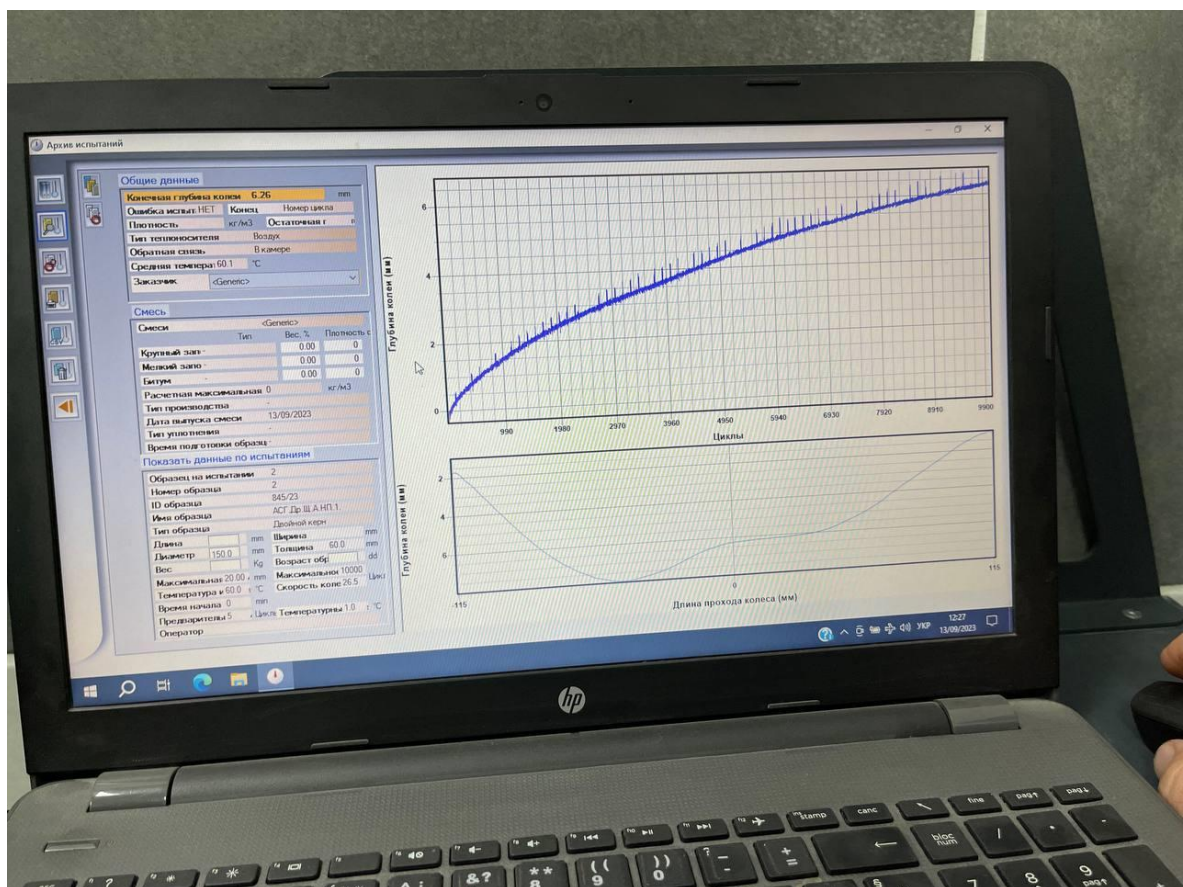


Рис.2.41. Зображення результатів випробування

2.4. Приклад випробовування будівельних матеріалів для жорсткого бетонного покриття. Визначення міцності бетону

Визначення міцності бетону полягає у вимірюванні мінімальних зусиль, що призводять до руйнування спеціально виготовлених контрольних зразків бетону при їх навантаженні з постійною швидкістю зростання навантаження і наступному розрахунку напружень при цих зусиллях.

Форма та розміри зразків залежать від методу визначення міцності бетону і повинні відповідати нормативним вимогам [5]. В даному випадку розглядається метод – «Визначення міцності на стиск і на розтяг при розколюванні», тому вимоги до зразка мають наступний вид:

- Форма зразка – куб (або циліндр);
- Розміри зразка, мм – довжина ребра або діаметр циліндра (100; 150; 200; 300), а висота циліндра $2d$.

2.4.1. Відбирання проб та виготовлення зразків

Зразки виготовляють і випробовують серіями. 4.1.3 Кількість зразків які відпиратимуться на будівельному об'єкті залежить від середнього внутрішньосерійного коефіцієнта варіації міцності бетону, що визначається згідно з вимогам ([5], додаток А). У таблиці 2.3 зазначені нормовані кількості зразків у серії.

Таблиця 2.3

Кількість зразків у серії для випробувань з визначення міцності бетону

Внутрішньосерійний коефіцієнт варіації, %	5 і менше	Більше 5 до 8 включно	Більше 8
Кількість зразків бетону в серії, шт, не менше	2	3	6

Відбирати проби бетонної суміші для виготовлення контрольних зразків слід відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-114. Об'єм проби бетонної суміші повинен перевищувати необхідний для виготовлення всіх серій контрольних

зразків, не менше ніж у 1,2 рази. Відібрана проба бетонної суміші перед формуванням зразків повинна бути додатково перемішана ручним способом.

Зразки слід виготовляти в перевірених формах, які відповідають вимогам ГОСТ 22685. Приклади таких форм представлені на рис.2.42.



Рис. 2.42. Кубічні форми для формування бетонних зразків: а) пластикова форма 150×150 мм (високоякісний пластик (поліуретан)); б) металева форма на 100×100 мм.

Перед використанням форм їх внутрішні поверхні повинні бути покриті тонким шаром мастила, яке не залишає плям на поверхні зразків і не впливає на властивості поверхневого шару бетону.

Укладання і ущільнення бетонної суміші слід виконувати не пізніше ніж через 20 хв після відбору проби. ([5], п. 4.2.5)

При виготовленні однієї або декількох серій зразків, що призначені для визначення різних характеристик бетону, всі зразки слід виготовляти з однієї проби бетонної суміші і ущільнювати їх в однакових умовах.

Відхил між собою значень густини бетону окремих серій і середньої густини окремих зразків у кожній серії на момент їх випробувань не повинен перевищувати для легких бетонів 50 кг/м^3 , для важких - 100 кг/м^3 . ([5], п. 4.2.6)

Форми заповнюють бетонною сумішшю шарами заввишки не більше 100 мм. ([5], п. 4.2.8)

Кожен шар укладають штикуванням, яке виконують рівномірно по спіралі від країв форми до її середини, сталевим стрижнем діаметром 16 мм із

закругленим кінцем, а кількість натисків стрижня визначають при умові, що один натиск припадає на 10 см² верхньої відкритої поверхні зразка.

Після завершення укладання і ущільнення бетонної суміші в формі верхню поверхню зразка заглажують кельмою або пластинкою.

2.4.2. Тверднення, зберігання і транспортування зразків

При транспортуванні зразків бетону необхідно мінімізувати ризики їх пошкодження, зміни вологості, а також заморожування. До початку транспортування бетонних зразків їх міцність повинна бути не менше 2 МПа.

Спосіб і режим тверднення зразків бетону, призначених для виробничого контролю міцності, слід приймати згідно з ДОТУ Б В.2.7-224. ([5], п. 4.3.1)

Зразки, які призначені для тверднення в нормальних умовах після виготовлення до розпалублення зберігають у формах, покритих вологою тканиною або іншим матеріалом, що виключає можливість випаровування з них вологи, у приміщенні з температурою повітря (20±5) °С. ([5], п. 4.3.2)

При визначенні міцності бетону на стиск зразки розпалублюють не раніше ніж через 24 год (рис.2.43).



Рис. 2.43. Пластикові форми в яких розміщені бетонні зразки які готові до розпалубки

Після розпалублення зразки поміщають у ємності з водою (рис.2.44) на 28 діб, при температурі (20 ± 3) °С, для водяного тверднення з підтриманням вологості (95 ± 5) %.. Зразки укладають на підкладки так, щоб відстань між ними, а також між зразками та стінками камери була не менше 5 мм.



Рис. 2.44. Бетонні кубічні зразки (150×150 мм), які розміщені у воді для тверднення

Підготовка до випробування

У приміщенні для випробування зразків повинна підтримуватись температура повітря в межах (20 ± 5) °С і відносна вологість повітря не менше 55 %. У цих умовах зразки повинні бути витримані до випробувань у розпалубленому вигляді протягом 24 год, якщо вони тверднули у воді.

Перед випробуваннями зразки піддають візуальному огляду для виявлення наявності дефектів у вигляді околів ребер, раковин та чужорідних включень. Зразки, які мають тріщини, околи ребер завглибшки більше 10 мм, раковини діаметром більше 10 мм і завглибшки більше 5 мм (крім бетону великопористої структури), а також сліди розшарування та недоущільнення бетонної суміші, випробуванням не підлягають. Напливи бетону на ребрах опорних граней зразків повинні бути видалені напилком або абразивним каменем. ([5], п. 6.2)

На зразках вибирають і позначають грані, до яких мають прикладатись зусилля під час навантаження.

Грані, на які здійснюють обпирання відформованих зразків-кубів, що призначені для випробувань на стиск, вибирають так, щоб стискаюча сила під

час випробувань була спрямована паралельно до шарів укладання бетонної суміші в форми.

Лінійні розміри зразків вимірюють з похибкою не більше 1 %. Результати вимірювань лінійних розмірів зразків записують у журнал випробувань.

Проведення випробування

Границю міцності при стиску визначають на випробувальному пресі Matest (2000 кН) (рис.2.45)



Рис. 2.45. Випробувальний прес Matest (2000 кН)

Перед установленням зразка (рис. 2.46) на прес або випробувальну машину видаляють частинки бетону, що залишились з попереднього випробування на опорних плитах пресу. При випробуванні на стиск зразки-куби установлюють однією з обраних граней на нижню опорну плиту преса центрально відносно його поздовжньої осі. Після встановлення зразка на опорні плити преса (додаткові сталеві плити) суміщають верхню плиту преса з верхньою опорною

гранню зразка (додатковою сталеву плитою) таким чином, щоб їх площини повністю прилягли одна до одної. Після цього починають навантаження.



Рис. 2.46. Розміщення зразка на нижню опорну плиту преса

Для забезпечення безпеки дослідницької групи, зона стиску зразка закривається спеціальним екраном (рис.2.47)



Рис. 2.47. Розміщення зразка на нижній опорній плиті преса за зачиненою дверцею
Шкалу вимірювача сили випробувальної машини, преса або випробувального

обладнання вибирають таким чином, щоб очікуване значення руйнівного навантаження було в межах від 20 % до 80 % максимального навантаження, що допускається вибраною шкалою.

Навантаження зразків здійснюють безперервно зі швидкістю, що забезпечує підвищення розрахункового напруження в зразку до його повного руйнування в межах $(0,6 + 0,4)$ МПа/с при випробуваннях на стиск.

Максимальне зусилля, що досягається в процесі випробувань, приймають за руйнівне навантаження і записують його в бланку випробувань.

Зруйнований зразок піддається візуальному огляду з занесенням до журналу випробувань [5]:

- характер руйнування (рис.2.48);
- наявність великих (об'ємом більше 1 см^3) раковин всередині зразка;
- наявність зерен заповнювача, розмір яких у 1,5 раза перевищує найбільший номінальний за таблицею 3;
- наявність грудок глини та слідів розшарування.

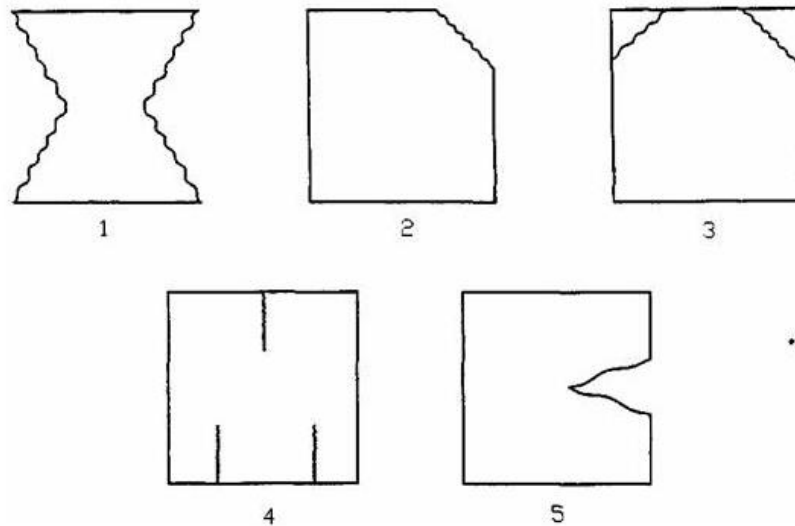


Рис.2.48. Схеми характеру руйнування зразків при випробуванні на стиск: 1 – нормальне руйнування; 2, 3, 4, 5 – дефектне руйнування

Приклади візуальних результатів випробування наведені на рис. 2.49-2.51.



Рис.2.49. Приклад руйнування бетонного зразка при випробуванні на стиск – зразок I



Рис.2.50. Приклад руйнування бетонного зразка при випробуванні на стиск – зразок II



Рис.2.51. Приклад руйнування бетонного зразка при випробуванні на стиск – зразок III

Результати випробувань оформлюють протоколом випробувань, зміст якого наведений на рис. 2.52. У разі необхідності фіксують також схему розташування дефектів.

5. ФАКТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ

Найменування показників	Норма за ДСТУ 9208:2022	Результати випробувань			Відповідність вимогам ДСТУ 9208:2022 (+) відповідає (-) не відповідає	Розширена невизначеність U^1 ($k=2$, $p=95,45\%$)
		1 27.09.23	2 27.09.23	3 27.09.23		
Назва зразку/керну Дата виробництва	Згідно акту відбору проб	1 27.09.23	2 27.09.23	3 27.09.23	Не норм.	/
Середня густина ² , кг/м ³	2000-2500 (важкий бетон на крупному заповнювачі)	2319	2317	2325	+/+/+	0.0003
Довжина ребра куба, см	Не норм.	15	15	15	Не норм.	/
Площа робочого перерізу, А, см ²	Не норм.	225	225	225	Не норм.	/
Руйнівне навантаження, F, кН	Не норм.	745	750	750	Не норм.	/
Міцність на стиск з урахуванням масштабного коефіцієнта, кгс/см ²	Не норм.	337.63	339.90	339.90	Не норм.	/
Середня міцність на стиск, кгс/см ²	Не менше 278	339.90			+	0.0032

6. УМОВИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИПРОБУВАНЬ:

температура повітря 20 ° С; відносна вологість повітря 55 %

7. ВІДХИЛИ АБО ДЕФЕКТИ: не встановлено

ВИСНОВОК : Середня міцність бетонних зразків на стиск у віці 28 діб становить 33,3 МПа, що складає 122% від класу С 20/25 (27,2 МПа з урахуванням коефіцієнта варіації міцності бетону 8,0%) за ДСТУ 9208:2022 "Бетони важкі. Технічні умови".

Рис.2.52. Приклад протоколу випробувань та його зміст

РОЗДІЛ 3

Проектування генерального плану аеропорту

Виконати подовження ЗПС орієнтуючись на обрані за найвищими показниками розрахункові літаки B737-800, B737-900 та A321-100 мають свої мінімальні довжини для зльоту та посадки які зазначені у табл.3.1;

Таблиця 3.1

Дані мінімальних довжин для літаків

Тип повітряного судна	Необхідна мінімальна довжина ЗПС у стандартних умовах, м
A321-100	2180
B737-800	2090
B737-900	2240

Тобто, аналізуючи дані таблиці 3.1, можна зробити висновок, що злітно-посадкову смугу необхідно збільшити на 2300, щоб досягнути задовольняючого розміру по довжині для розрахункових літаків, які повинні будуть експлуатуватися в міжнародному аеропорту «Кропивницький».

Для досягнення такої проєктної довжини необхідно збільшити існуючу ЗПС на 1000 м, але треба враховувати, що до цього ще додаються довжини кінцевих смуг безпеки, а як відомо з вихідних даних, на даний момент, територія навколо існуючого аеропорту має забудову місцевого населення, тому таке велике розширення несе за собою проблему знесення та розчищення житлових будинків та прилеглих до них територій, тобто великий об'єм земляних робіт, а головне проблему з погодженням органами місцевого самоврядування, велику кількість документообігу та вірогідних судових розглядів.

У завдання кваліфікаційної роботи не входить такий глобальний аналіз цих проблем тому було ухвалено рішення вести подальші розрахунки зі збільшенням довжини на 300 м, тоді проєктною довжиною ЗПС буде 1600 м.

Характеристики елементів аеродрому, в даному випадку детальний розгляд стосується злітно-посадкової смуги №1:

Льотна смуга (рис.3.1). ЛС, що включає ВПП, обладнану для точного заходу на посадку, простягається в поперечному напрямі, де це можливо, на відстань не менше ([34], п.3.4.3): 140 м (коли вказано кодівий номер 3 або 4), по обидві сторони від осьової лінії ЗПС та її продовженої осьової лінії на всій протяжності ЛС.

Спланована частина (рис.3.1). На тій частині ЛП обладнаної ЗПС, що знаходиться в межах принаймні ([34], п.3.4.8): 75 м (коли вказано кодівий номер 3 або 4), від осьової лінії ЗПС та її продовженої осьової лінії, слід передбачати сплановану частину розрахунку на літаки, для яких призначена ЗПС, на випадок викочування літака за межі ЗПС.

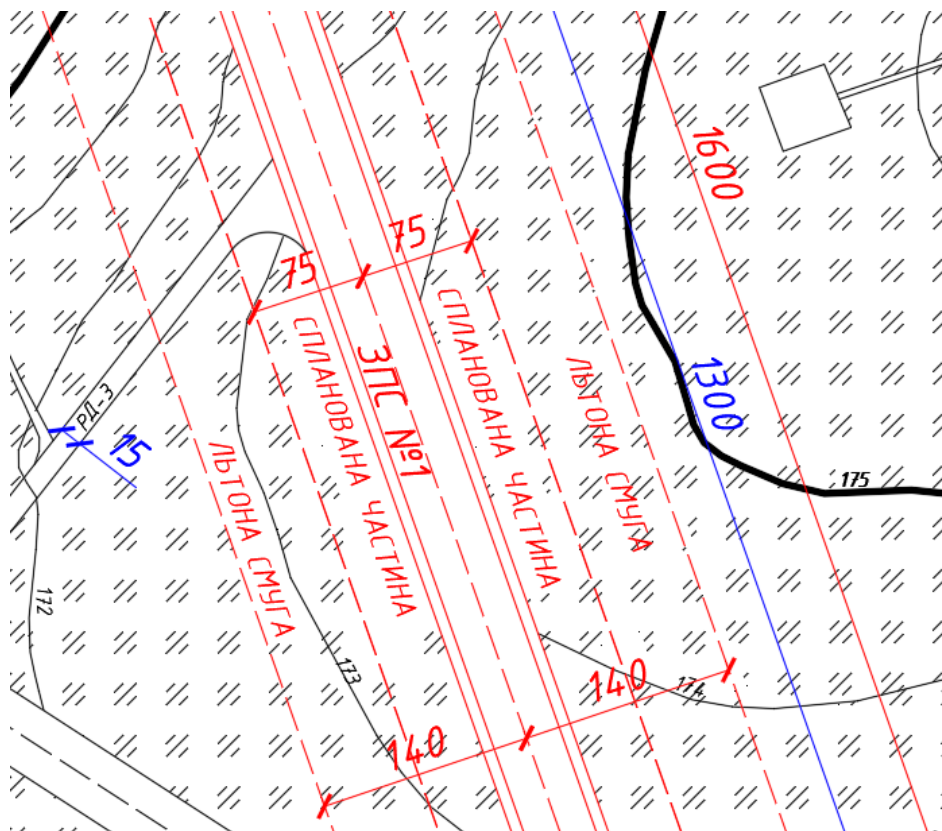


Рис.3.1. Фрагмент креслення, положення спланованої частини та льотної смуги

Кінцева зона безпеки ЗПС (рис.3.2). У кожного кінця ЛП слід передбачати кінцеві зони безпеки ЗПС: – коли вказано кодівий номер 3 або 4. Ця зона простягається за торцем ЛП на відстань не менше 90 м, коли зазначено: – кодівий номер 3 або 4 ([34], п.3.5.3). Ширина кінцевої зони безпеки ЗПС

повинна там де це практично можливо, відповідати ширині спланованої частини пов'язаної з нею ЛП ([34], п.3.5.6).

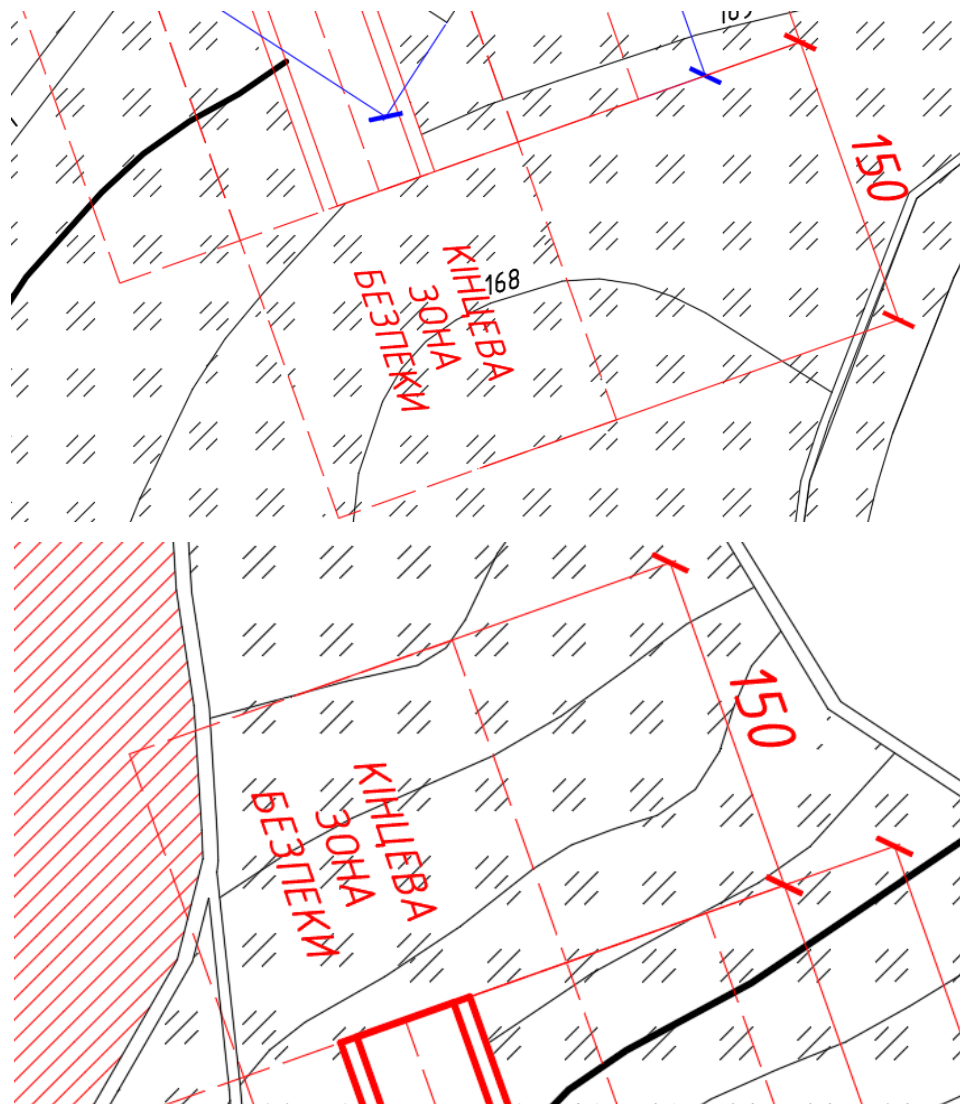


Рис.3.2. Фрагмент креслення зображення кінцевої смуги безпеки

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ

4.1. Загальні відомості про поздовжній профіль та порядок його проектування

Поздовжній профіль є умовним зображенням розрізу злітно-посадкової смуги вертикальною площиною, яка проходить через її вісь. На поздовжньому профілі показано рельєф поверхні землі по осі ЗПС. Він характеризує крутизну окремих ділянок дороги, яка вимірюється поздовжнім ухилом, а також розташування покриття ЗПС відносно поверхні землі.

Горизонтальний масштаб поздовжнього профілю прийнято 1:2000, вертикальний 1:50, для ґрунтів 1:50.

Проектні дані позначено червоним кольором:

- проектні відмітки верху покриття;
- проектні відмітки дна корита;
- проектні ухили та їх довжини;
- проектна лінія верху покриття;
- проектна лінія дна корита;
- пікетаж.

Фактичні дані позначено чорним кольором:

- фактичні відмітки землі;
- фактичні відмітки землі з урахуванням зрізання рослинного шару;
- існуючі ухили та їх довжини;
- лінія рельєфу поверхні землі по осі ЗПС.

Робочі відмітки позначено синім кольором.

4.2. Побудова чорного поздовжнього профілю рельєфу місцевості по осі ЗПС

Побудова чорного поздовжнього профілю рельєфу місцевості по осі ЗПС починається з визначення фактичних відміток на пікетах та через кожні сорок метрів поздовжнього профілю. Дана злітно-посадкова смуга №1, після

подовження, має довжину - 1600 м. Фактичні відмітки рельєфу місцевості визначаються шляхом інтерполяції між двома горизонталями.

Відмітку точки, розташованої між горизонталями, можна визначити за допомогою методу інтерполяції:

Спочатку проводимо найкоротшу відстань (перпендикуляр) між горизонталями (рис.4.1), далі вимірюються відстань від точки до горизонталі з меншою позначкою та відстань між суміжними горизонталями, після чого розраховується за формулою (4.1):

$$H = H_1 + \Delta h, \quad (4.1)$$

$$H = 163 + 0,41 = 163,41 \text{ м}$$

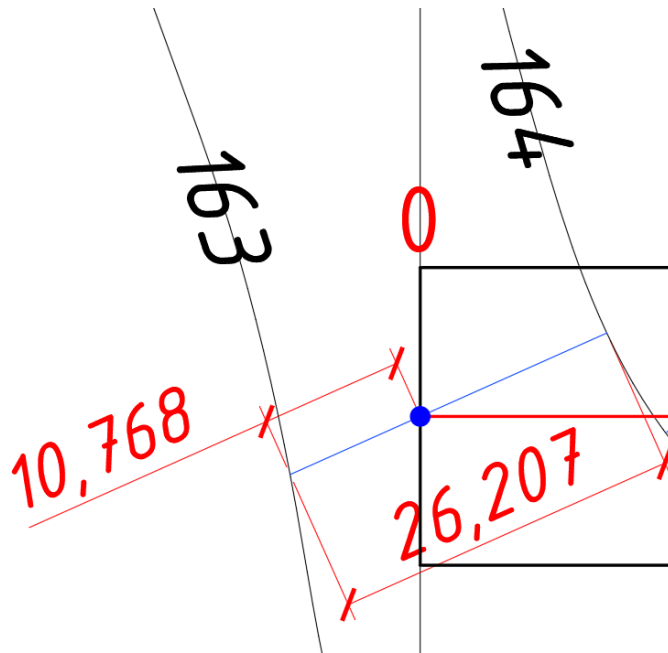


Рис. 4.1. Зображення розрахунку фактичної відмітки землі

H_1, H_2 - відмітки суміжних горизонталей, обчислені на карті за підписаними горизонталями, м; де Δh - перевищення точки над горизонталлю, м (4.2):

$$\Delta h = \frac{H_2 - H_1}{m} \cdot n \quad (4.2)$$

$$\Delta h = \frac{164 - 163}{26,207} \cdot 10,768 = 0,41 \text{ м}$$

$n = 10,768$ мм - відстань від точки до горизонталі з меншою позначкою, мм; $m = 26,207$ мм - відстань між суміжними горизонталями, мм;

Результати розрахунку відміток землі наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Фактичні відмітки рельєфу місцевості по осі ЗПС

Пікетажне положення точки	Фактична відмітка землі, $H_{\text{факт.}}$, м	Фактичні відмітки землі з урахуванням зрізання рослинного шару ґрунту (20 см), м
ПК 0+0.00	163,41	163,21
ПК 0+40.00	164,09	163,89
ПК 0+80.00	164,81	164,61
ПК 1+0.00	165,13	164,93
ПК 1+20.00	165,41	165,21
ПК 1+60.00	165,84	165,64
ПК 2+0.00	166,36	166,16
ПК 2+40.00	166,90	166,70
ПК 2+80.00	167,42	167,22
ПК 3+0.00	167,68	167,48
ПК 3+20.00	167,91	167,71
ПК 3+60.00	168,19	167,99
ПК 4+0.00	168,77	168,57
ПК 4+40.00	169,47	169,27
ПК 4+80.00	170,12	169,92
ПК 5+0.00	170,40	170,20
ПК 5+20.00	170,68	170,48
ПК 5+60.00	171,24	171,04
ПК 6+0.00	171,82	171,62
ПК 6+40.00	172,34	172,14
ПК 6+80.00	172,69	172,49
ПК 7+0.00	172,83	172,63
ПК 7+20.00	173,00	172,80
ПК 7+60.00	173,28	173,08
ПК 8+0.00	173,54	173,34
ПК 8+40.00	173,75	173,55
ПК 8+80.00	173,89	173,69
ПК 9+0.00	173,92	173,72
ПК 9+20.00	173,94	173,74
ПК 9+60.00	173,90	173,70
ПК 10+0.00	173,86	173,66

ПК 10+40.00	173,84	173,64
ПК 10+80.00	173,68	173,48
ПК 11+0.00	173,58	173,38
ПК 11+20.00	173,49	173,29
ПК 11+60.00	173,29	173,09
ПК 12+0.00	173,06	172,86
ПК 12+40.00	172,76	172,56
ПК 12+80.00	172,40	172,20
ПК 13+0.00	172,21	172,01
ПК 13+20.00	172,03	171,83
ПК 13+60.00	171,65	171,45
ПК 14+0.00	171,26	171,06
ПК 14+40.00	170,86	170,66
ПК 14+80.00	170,42	170,22
ПК 15+0.00	170,21	170,01
ПК 15+20.00	170,00	169,80
ПК 15+60.00	169,47	169,27
ПК 16+0.00	168,97	168,77

Згідно таблиці 4.2, максимальна фактична відмітка землі становить 173,94 м на ПК9+20.00, а мінімальна – 163,41 м на ПК0+0.00. Фактичну лінію землі на кресленні поздовжнього профілю нанесено завтовшки 1 мм чорним кольором.

Також було визначено ухили ділянок довжиною сорок метрів, ухили між пікетами (100м) та нанесено на поздовжній профіль.

4.3. Побудова червоного профілю по осі ЗПС

Згідно [34], ухил, що визначається як відношення відмінності між максимальним і мінімальним перевищенням вздовж осьової лінії ЗПС до довжини ЗПС, не повинен перевищувати (п.3.1.13): 1 %, коли вказано кодівий номер 3 або 4, тобто не перевищувати 10 ‰ .

У разі, якщо зміни ухилів неминучі, різниця двох суміжних ухилів не повинна перевищувати ([34], п.3.1.15): 1,5 % (15‰) для ЗПС, коли вказано кодівий номер 3.

Перехід від одного ухилу до іншого повинен здійснюватися за викривленою поверхнею з показником зміни не більше ([34], п.3.1.16): 0,2 % (2

‰) на 30 м (мінімальний радіус кривизни 15 000 м), коли вказано кодовий номер 3;

Дотримуючись цих рекомендацій було проведено підбір найоптимальнішого варіанту положення проектної лінії по осі ЗПС. Процес підбору цього варіанту - є поєднання способу за обвідною (тобто нанесення лінії вище поверхні землі) але з урахуванням рекомендацій по ухилам.

Отриманий результат:

- Від ПК0+0,00 до ПК5+60,00 поздовжній ухил складає 10 ‰;
- Від ПК5+60,00 до ПК6+40,00 поздовжній ухил складає 8 ‰;
- Від ПК6+40,00 до ПК8+0,00 поздовжній ухил складає 6 ‰;
- Від ПК8+00,00 до ПК8+40,00 поздовжній ухил складає 4 ‰;
- Від ПК8+40,00 до ПК8+80,00 поздовжній ухил складає 3 ‰;
- Від ПК8+80,00 до ПК9+20,00 поздовжній ухил складає 1 ‰;
- Від ПК9+20,00 до ПК10+0,00 поздовжній ухил складає 1 ‰;
- Від ПК10+0,00 до ПК10+80,00 поздовжній ухил складає 3 ‰;
- Від ПК10+80,00 до ПК12+0,00 поздовжній ухил складає 5 ‰;
- Від ПК12+0,00 до ПК13+60,00 поздовжній ухил складає 7 ‰;
- Від ПК13+60,00 до ПК16+0,00 поздовжній ухил складає 9 ‰.

Далі відповідно до проектних ухилів були визначені всі відмітки кроком сорок метрів та на пікетах, результати внесено у таблицю 4.2 для варіанту жорсткого покриття та таблицю 4.3 – для нежорсткого покриття.

Таблиця 4.2

Проектні відмітки по осі ЗПС - варіант жорсткого покриття

Пікетажне положення точки	Проектні відмітки дна корита, м	Проектні відмітки верху покриття, м
ПК 0+0.00	166,54	167,54
ПК 0+40.00	166,94	167,94
ПК 0+80.00	167,34	168,34
ПК 1+0.00	167,54	168,54
ПК 1+20.00	167,74	168,74
ПК 1+60.00	168,14	169,14
ПК 2+0.00	168,54	169,54

ПК 2+40.00	168,94	169,94
ПК 2+80.00	169,34	170,34
ПК 3+0.00	169,54	170,54
ПК 3+20.00	169,74	170,74
ПК 3+60.00	170,14	171,14
ПК 4+0.00	170,54	171,54
ПК 4+40.00	170,94	171,94
ПК 4+80.00	171,34	172,34
ПК 5+0.00	171,54	172,54
ПК 5+20.00	171,74	172,74
ПК 5+60.00	172,14	173,14
ПК 6+0.00	172,46	173,46
ПК 6+40.00	172,78	173,78
ПК 6+80.00	173,02	174,02
ПК 7+0.00	173,14	174,14
ПК 7+20.00	173,26	174,26
ПК 7+60.00	173,50	174,50
ПК 8+0.00	173,74	174,74
ПК 8+40.00	173,90	174,90
ПК 8+80.00	174,02	175,02
ПК 9+0.00	174,04	175,04
ПК 9+20.00	174,06	175,06
ПК 9+60.00	174,02	175,02
ПК 10+0.00	173,98	174,98
ПК 10+40.00	173,86	174,86
ПК 10+80.00	173,74	174,74
ПК 11+0.00	173,64	174,64
ПК 11+20.00	173,54	174,54
ПК 11+60.00	173,34	174,34
ПК 12+0.00	173,14	174,14
ПК 12+40.00	172,86	173,86
ПК 12+80.00	172,58	173,58
ПК 13+0.00	172,44	173,44
ПК 13+20.00	172,30	173,30
ПК 13+60.00	172,02	173,02
ПК 14+0.00	171,66	172,66
ПК 14+40.00	171,30	172,30
ПК 14+80.00	170,94	171,94
ПК 15+0.00	170,76	171,76
ПК 15+20.00	170,58	171,58
ПК 15+60.00	170,22	171,22
ПК 16+0.00	169,86	170,86

Згідно таблиці 4.2, максимальна проєктна відмітка верху покриття становить 175,06 м на ПК9+20.00, а мінімальна – 167,54 м на ПК0+0.00.

Таблиця 4.3

Проєктні відмітки по осі ЗПС - варіант нежорсткого покриття

Пікетажне положення точки	Проєктні відмітки дна корита, м	Проєктні відмітки верху покриття, м
ПК 0+0.00	166,54	167,44
ПК 0+40.00	166,94	167,84
ПК 0+80.00	167,34	168,24
ПК 1+0.00	167,54	168,44
ПК 1+20.00	167,74	168,64
ПК 1+60.00	168,14	169,04
ПК 2+0.00	168,54	169,44
ПК 2+40.00	168,94	169,84
ПК 2+80.00	169,34	170,24
ПК 3+0.00	169,54	170,44
ПК 3+20.00	169,74	170,64
ПК 3+60.00	170,14	171,04
ПК 4+0.00	170,54	171,44
ПК 4+40.00	170,94	171,84
ПК 4+80.00	171,34	172,24
ПК 5+0.00	171,54	172,44
ПК 5+20.00	171,74	172,64
ПК 5+60.00	172,14	173,04
ПК 6+0.00	172,46	173,36
ПК 6+40.00	172,78	173,68
ПК 6+80.00	173,02	173,92
ПК 7+0.00	173,14	174,04
ПК 7+20.00	173,26	174,16
ПК 7+60.00	173,50	174,40
ПК 8+0.00	173,74	174,64
ПК 8+40.00	173,90	174,80
ПК 8+80.00	174,02	174,92
ПК 9+0.00	174,04	174,94
ПК 9+20.00	174,06	174,96
ПК 9+60.00	174,02	174,92
ПК 10+0.00	173,98	174,88
ПК 10+40.00	173,86	174,76
ПК 10+80.00	173,74	174,64
ПК 11+0.00	173,64	174,54
ПК 11+20.00	173,54	174,44
ПК 11+60.00	173,34	174,24

ПК 12+0.00	173,14	174,04
ПК 12+40.00	172,86	173,76
ПК 12+80.00	172,58	173,48
ПК 13+0.00	172,44	173,34
ПК 13+20.00	172,30	173,20
ПК 13+60.00	172,02	172,92
ПК 14+0.00	171,66	172,56
ПК 14+40.00	171,30	172,20
ПК 14+80.00	170,94	171,84
ПК 15+0.00	170,76	171,66
ПК 15+20.00	170,58	171,48
ПК 15+60.00	170,22	171,12
ПК 16+0.00	169,86	170,76

Згідно таблиці 4.3, максимальна проєктна відмітка верху покриття становить 174,96 м на ПК9+20.00, а мінімальна – 167,44 м на ПК0+0.00.

Проектні лінії на кресленні поздовжнього профілю нанесено завтовшки 1 мм червоним кольором.

4.4. Визначення робочих відміток поздовжнього профілю по осі ЗПС

Робочі відмітки визначено за наступною формулою (4.3), см:

$$H_{\text{роб.}} = H_{\text{проект.}} - H_{\text{ф.}} - h_{\text{покр.}} + h_{\text{рос.ш.}}, \quad (4.3)$$

де $H_{\text{исп}}$ – проєктна відмітка верху покриття; $H_{\text{ф.}}$ – проєктна відмітка верху покриття $h_{\text{покр.}}$ – товщина проєктної конструкції покриття ЗПС (для жорсткого - 0,8 м; для нежорсткого – 0,9 м); $h_{\text{рос.ш.}}$ – товщина рослинного шару ґрунту (0,2 м). На кресленні поздовжнього профілю робочі відмітки позначено синім кольором.

Для поздовжнього профілю жорсткого та нежорсткого покриття будуть однакові робчі відмітки, тобто:

Для жорсткого покриття для ПК0:

$$H_{\text{розр}} = 167,54 - 163,41 - 1,0 + 0,2 = 3,33 \text{ м} = +333 \text{ см}$$

А для нежорсткого покриття для ПК0:

$$H_{\text{розр}} = 167,44 - 163,41 - 0,9 + 0,2 = 3,33 \text{ м} = +333 \text{ см}$$

За такою ж аналогією було визначено наступні робочі відмітки на відстані сорок метрів, результати яких наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Робочі відмітки по осі ЗПС - варіант жорсткого та нежорсткого покриття

Пікетажне положення точки	Робочі відмітки, см
ПК 0+0.00	+333
ПК 0+40.00	+305
ПК 0+80.00	+273
ПК 1+20.00	+253
ПК 1+60.00	+250
ПК 2+0.00	+238
ПК 2+40.00	+224
ПК 2+80.00	+212
ПК 3+20.00	+203
ПК 3+60.00	+215
ПК 4+0.00	+197
ПК 4+40.00	+167
ПК 4+80.00	+142
ПК 5+20.00	+126
ПК 5+60.00	+110
ПК 6+0.00	+84
ПК 6+40.00	+64
ПК 6+80.00	+53
ПК 7+20.00	+46
ПК 7+60.00	+42
ПК 8+0.00	+40
ПК 8+40.00	+35
ПК 8+80.00	+33
ПК 9+20.00	+32
ПК 9+60.00	+32
ПК 10+0.00	+32
ПК 10+40.00	+22
ПК 10+80.00	+26
ПК 11+20.00	+25
ПК 11+60.00	+25
ПК 12+0.00	+28
ПК 12+40.00	+30
ПК 12+80.00	+38
ПК 13+20.00	+47
ПК 13+60.00	+57
ПК 14+0.00	+60

ПК 14+40.00	+64
ПК 14+80.00	+72
ПК 15+20.00	+78
ПК 15+60.00	+155
ПК 16+0.00	+169

Згідно таблиці 4.4, максимальна робоча відмітка становить +333 см на ПК0+0.00, а мінімальна – +22 см на ПК10+40.00.

РОЗДІЛ 5

ВЕРТИКАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ АЕРОДРОМУ

5.1. Загальні відомості про план вертикального планування та етапи його побудови

Проектування вертикального планування (рельєфу) аеродрому - це розробка графічної і текстової документації з висотного положенню поверхні штучних покриттів і ґрунтових ділянок аеродрому, а також переміщенню земляних мас для створення проектного рельєфу.

Мета проектування вертикального планування аеродрому - розробка оптимального, раціонального рішення з виправлення існуючого рельєфу ґрунтових площ аеродрому, а також створення проектного рельєфу поверхні штучних покриттів, що найкраще забезпечує умови нормальної роботи авіації та інженерних споруджень аеродрому (штучних покриттів, водостічно-дренажної мережі і т.п.). Для цього проектування вертикального планування аеродрому виконується в комплексі з проектуванням штучних покриттів, системи водовідводу і дренажу, агротехнічних заходів.

Експлуатаційні показники проекту рельєфу - це середній похил поздовжнього профілю злітної смуги, відстань видимості, кількість хвиль і переломів поздовжнього профілю.

Головними положеннями проектування вертикального планування аеродрому є:

- безпечна та зручна діяльність авіації;
- стійкість і довговічність конструкцій штучних покриттів, міцності і стійкості ґрунтових ділянок території аеродрому;
- економічність будівництва аеродрому.

Це досягається наступними діями:

- прийняття проектних рішень, при яких числові характеристики проектною поверхні повністю відповідають нормативним вимогам до кривизни, ухилів, спряження, видимості ЛС;

- розробка такого висотного положення поверхні штучних покриттів і такого профілю поверхні аеродрому, які забезпечують швидкий і надійний стік поверхневої води, відвід її за межі аеродрому, нерозмивність ґрунтової поверхні;
- зменшення кількості переломів поздовжнього профілю покриття кожного елемента аеродрому. Не допускається зміна величини поперечного ухилу поверхні покриття окремого елемента аеродрому. Призначення ділянок штучного покриття з незмінним ухилом більшої довжини і кратної кроку проектування рельєфу;
- розробка вертикального планування аеродрому з мінімальними об'ємами земляних робіт, рівність об'ємів насипів і виїмок, мінімальна середня дальність переміщення ґрунту.

5.2. Технічні вимоги до вертикального планування

Поверхня аеродрому проектується з ухилами в межах від максимальних, що забезпечують нормальну роботу авіації і нерозмивність ґрунтової поверхні, до мінімальних ухилів, що забезпечують стік дощових і талих вод.

Приведені нижче нормовані численні значення максимальних і мінімальних ухилів визначені з досвіду тривалої практики будівництва й експлуатації аеродромів і злітної роботи авіації з урахуванням режиму руху літака по аеродрому і деяких теоретичних понять.

Згідно [34], ухил, що визначається для забезпечення найшвидшого стоку води поверхня ЗПС повинна мати, якщо це можливо, двосхилий поперечний профіль, за винятком тих випадків, коли односхилий поперечний профіль з низхідним ухилом у напрямку вітру, що найчастіше дме під час дощу, забезпечить швидкий стік води. На поверхні, що має двосхилий профіль, поперечний ухил по обидва боки від осьової лінії повинен бути симетричним.

Поперечний ухил в ідеальному випадку має бути ([34], п.3.1.19): 1,5 % (15 ‰), коли вказано кодову літеру С;

Поперечні ухили на тій частині ЛС, яку необхідно планувати, мають бути такими, щоб запобігти скупченню води на поверхні, але вони не повинні перевищувати ([34], п.3.4.15): 2,5 % (25 ‰), коли вказано кодівий номер 3.

Масштаб плану вертикального планування прийнято 1:2000, на якому позначено:

- проєктні та фактичні відмітки верху покриття по осі ЗПС та його меж;
- проєктні та фактичні відмітки верху покриття по осі ЗПС;
- проєктні фактичні відмітки кромок спланованої частини;
- проєктні відмітки укріплених узбіч;
- проєктні відмітки льотної смуги;
- проєктні горизонталі;
- фактичні горизонталі рельєфу місцевості;
- робочі відмітки;

5.3. Побудова плану вертикального планування

Побудова плану починається з проведення осі ЗПС від якої відкладено (рис.5.1):

- по обидва боки горизонтальні лінії сітки квадратів, на відстань 40 м;
- від кромок ЗПС відкладалися вертикальні лінії сітки, на відстань 40 м;
- по обидва боки, лінії меж покриття по ширині, на відстань 22,5 м;
- по обидва боки, лінії меж укріплених узбіч по 30 м;
- по обидва боки, лінії меж спланованої частини по 75 м;
- по обидва боки, лінії меж льотної смуги по 140 м.

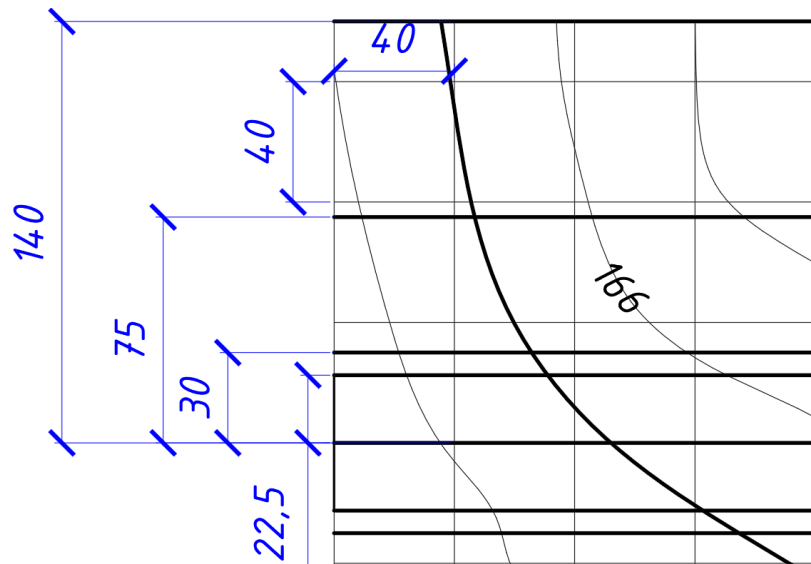


Рис.5.1. Зображення відкладених ліній необхідних елементів плану вертикального планування

Після чого наносяться проєктні відмітки по осі ЗПС від яких будуть визначатися інші відмітки меж покриття, укріпленого узбіччя, спланованої частини, льотної смуги та встановленої сітки 40×40 м, дотримуючись рекомендацій по поперечним ухилам зазначених вище. Також, до цих проєктних відміток визначено фактичні відмітки рельєфу місцевості, для наступного визначення робочих відміток (рис.5.2).

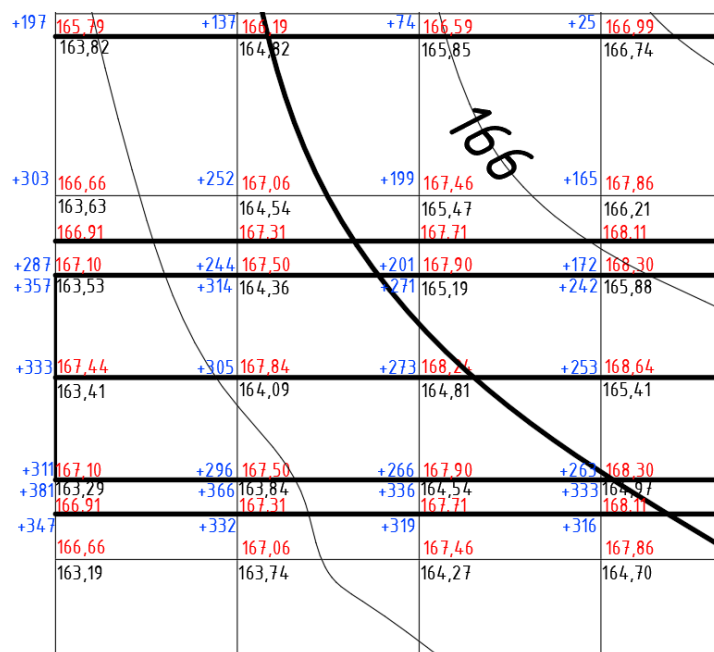


Рис.5.2. Зображення нанесених відміток

Відповідно до встановлених проєктних поздовжніх ухилів ЗПС №1, що отримані з креслення поздовжнього профілю, ділимо план на зони, завдяки яким будуть побудовані проєктні горизонталі.

Наприклад побудова однієї із проєктних горизонталей 168 м на кресленні нежорсткого покриття:

Визначаємо відстань, яку необхідно відкласти від обраної найближчої до значення горизонталі, відмітку для встановлення першої точки горизонталі:

$168,00 - 167,84 = 0,16 \text{ м} \rightarrow$ переводимо у масштаб 1:2000 та враховуємо поздовжній ухил 10 ‰ та отримуємо 8 мм;

$168,00 - 167,90 = 0,10 \text{ м} \rightarrow$ переводимо у масштаб 1:2000 та враховуємо поздовжній ухил 10 ‰ та отримуємо 5 мм;

$168,00 - 167,79 = 0,21 \text{ м} \rightarrow$ переводимо у масштаб 1:2000 та враховуємо поздовжній ухил 10 ‰ та отримуємо 10,5 мм;

$168,00 - 167,76 = 0,24 \text{ м} \rightarrow$ переводимо у масштаб 1:2000 та враховуємо поздовжній ухил 10 ‰ та отримуємо 12 мм (рис.5.3).

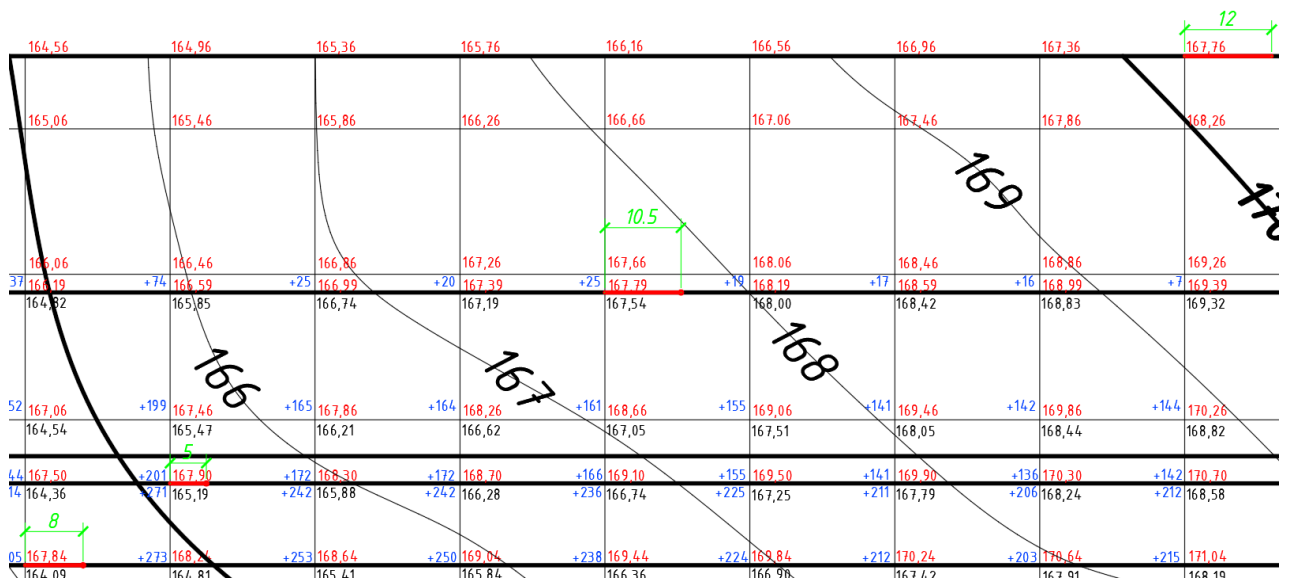


Рис.5.3. Зображення відкладених відстаней на кресленні

Після чого з'єднуємо отримані точки у суцільну лінію (рис. 5.4).

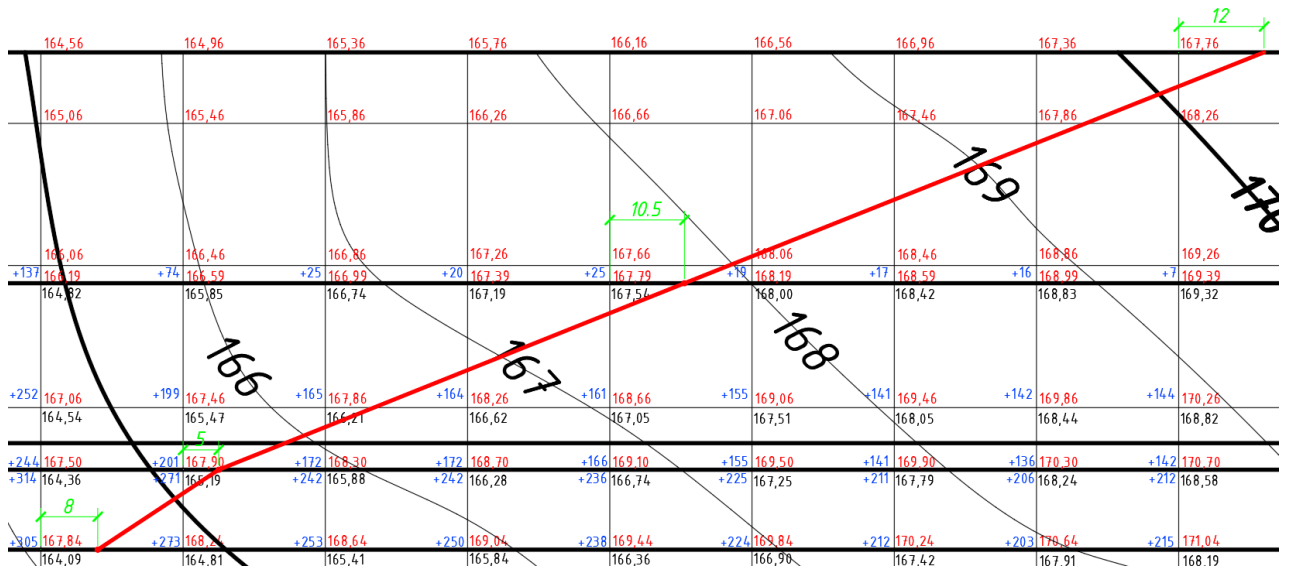


Рис.5.4. Об'єднані точки в одну криву проектної горизонталі

Та відображаємо отриману лінію дзеркально від осі ЗПС (рис.5.5)

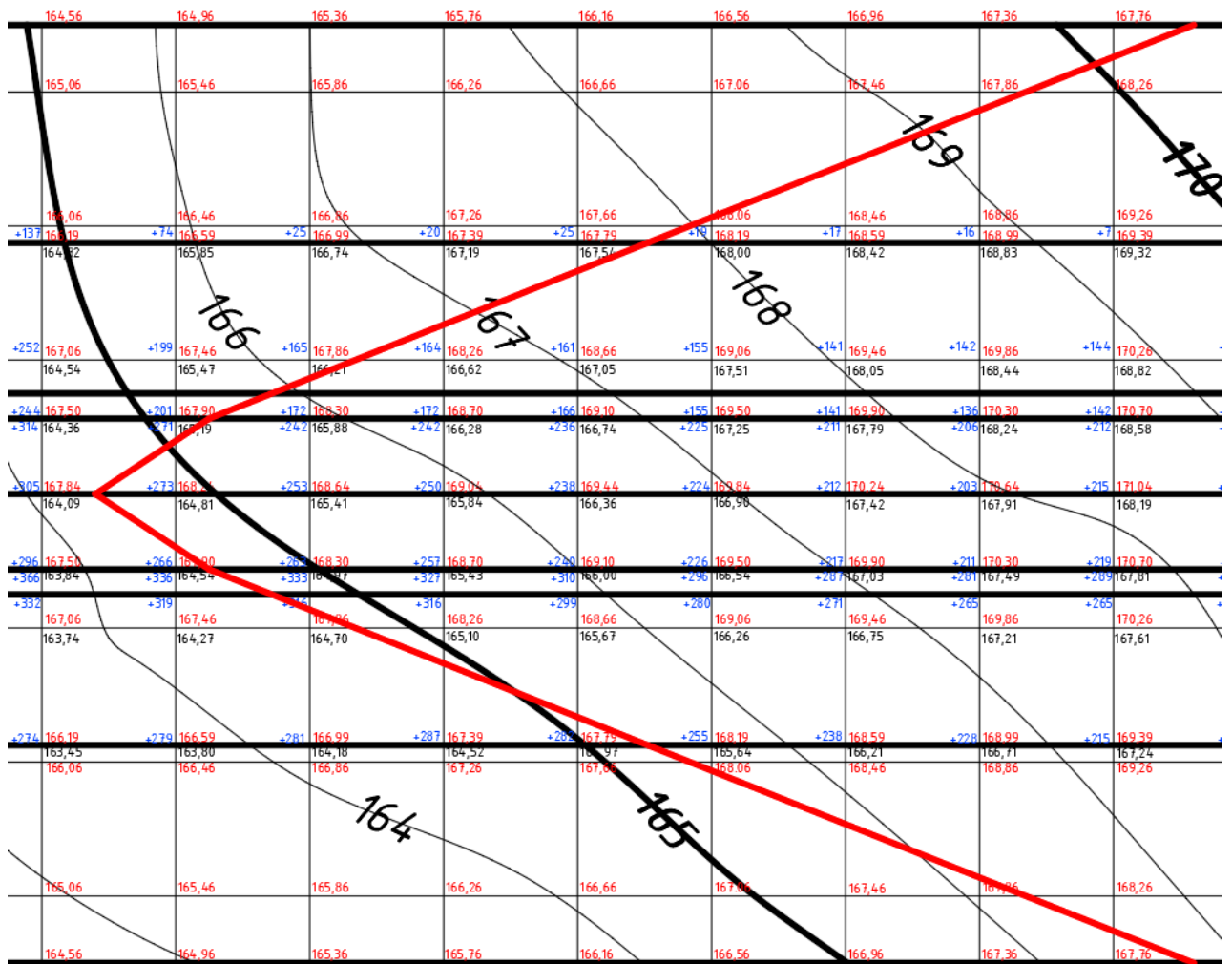


Рис.5.5. Побудована проектна горизонталь 168

РОЗДІЛ 6

ВОДОВІДВІДНІ ТА ДРЕНАЖНІ СИСТЕМИ АЕРОДРОМУ

6.1. Загальні теоретичні відомості

Водовідвідні і дренажні заходи передбачають для поліпшення умов експлуатації ґрунтових літних смуг, а також для захисту штучних покриттів від затоплення і підтоплення їх поверхневою і ґрунтовою водою, що надходить із ґрунтових площ аеродрому. Відвід поверхневих вод із ґрунтових ділянок льотного поля необхідно, як правило, забезпечувати відповідно плану вертикального планування. Конструкції елементів водовідвідних і дренажних систем, як правило приймають типовими з використанням переважно збірних виробів.

Дощоприймальні та тальвежні колодязі споруджують зі збірного або монолітного з/б з металевими кришками-ґратами. Відстань між колодязями залежить від ряду розрахункових факторів і складає для дощоприймального колодязя 75-200м для тальвежного колодязя 100-300 м.

Оглядові колодязі виконують зі збірного з/б і розміщують на початку і на поворотах колекторів, у місцях зміни їх ухилів і підключення до колекторів перепусків або інших водовідвідних споруд. На прямих ділянках колекторів відстань між колодязями, залежно від діаметра труб складає 50-125 м. Для улаштування колекторів використовують бетонні, з/б, азбоцементні труби діаметром 200-600 м. Колектори прокладають вздовж кромки покриттів на відстані 10-15 м. від них. Оголовкові споруди колекторів (у місцях скидання води) виконують з монолітного бетону або з/б. Діаметр труб перепусків від дощоприймальних та тальвежних колодязів до колекторів = 200мм.

6.2. Схема водовідведення

Вибір схеми водовідвідної системи виконаний з урахуванням дорожньо-кліматичної зони (II дорожньо-кліматична зона).

Система водовідведення передбачає:

- улаштування закритої водостічної мережі із колекторів та дощоприймальних лотків з піскоуловлювачами (на пероні);
- улаштування тальвежних колодязів у понижених місцях ґрунтової частини аеродрому та перепусків із них у оглядові колодязі;
- з низової сторони ЗПС у зв'язку з її розширенням передбачається улаштування нової закритої водовідвідної та дренажної мережі з оглядовими колодязями та подальшим демонтажем існуючого колектора;
- улаштування локальних очисних споруд згідно підібраних ділянок на території аеродрому;
- улаштування закритої водостічної мережі із колекторів з дощоприймальними, тальвежними та оглядовими колодязями, дощеприймальних лотків з піскоуловлювачами на пероні.

Збір та відведення дощових стоків з аеродромних покриттів та прилеглих ґрунтових поверхонь виконується відповідно до вимог діючих нормативних документів.

Для улаштування труб перепусків та колекторів прийняті поліпропіленові труби типу KWH-pipe міцністю Sn8, діаметрами від 300 до 600 мм, які укладаються на ущільнену ґрунтову основу. Оглядові колодязі – поліетиленові діаметром 1000, 1600 та 2000 мм.

Дощоприймальні лотки влаштовуються із збірних елементів з піскоуловлювачами.

Водовідведення зі штучних покриттів аеродрому здійснюється за допомогою лінійної системи водовідведення з полімербетонних елементів (каналів типу RD300V, піскоуловлювачів та ревізійних елементів), що розташовані в кромці покриття злітно-посадкової смуги та перону.

При влаштуванні системи водовідведення на етапі проектування одним із найважливіших пунктів є гідравлічний розрахунок.

Кожна ділянка розраховується індивідуально. При цьому береться до уваги пропускна здатність лотків, метеорологічні дані та інтенсивність забруднення. Для того, щоб система лінійного водовідведення справилась зі своєю основною

функцією, необхідно оцінити інтенсивність опадів даної місцевості, ухил, площу та тип поверхні.

Елементи лінійної системи водовідведення RD300V наведена на рис. 6.1-6.4.



Рис. 6.1. Моноблок ACO Monoblock RD300V



Рис. 6.2. Піскоуловлювач RD300V

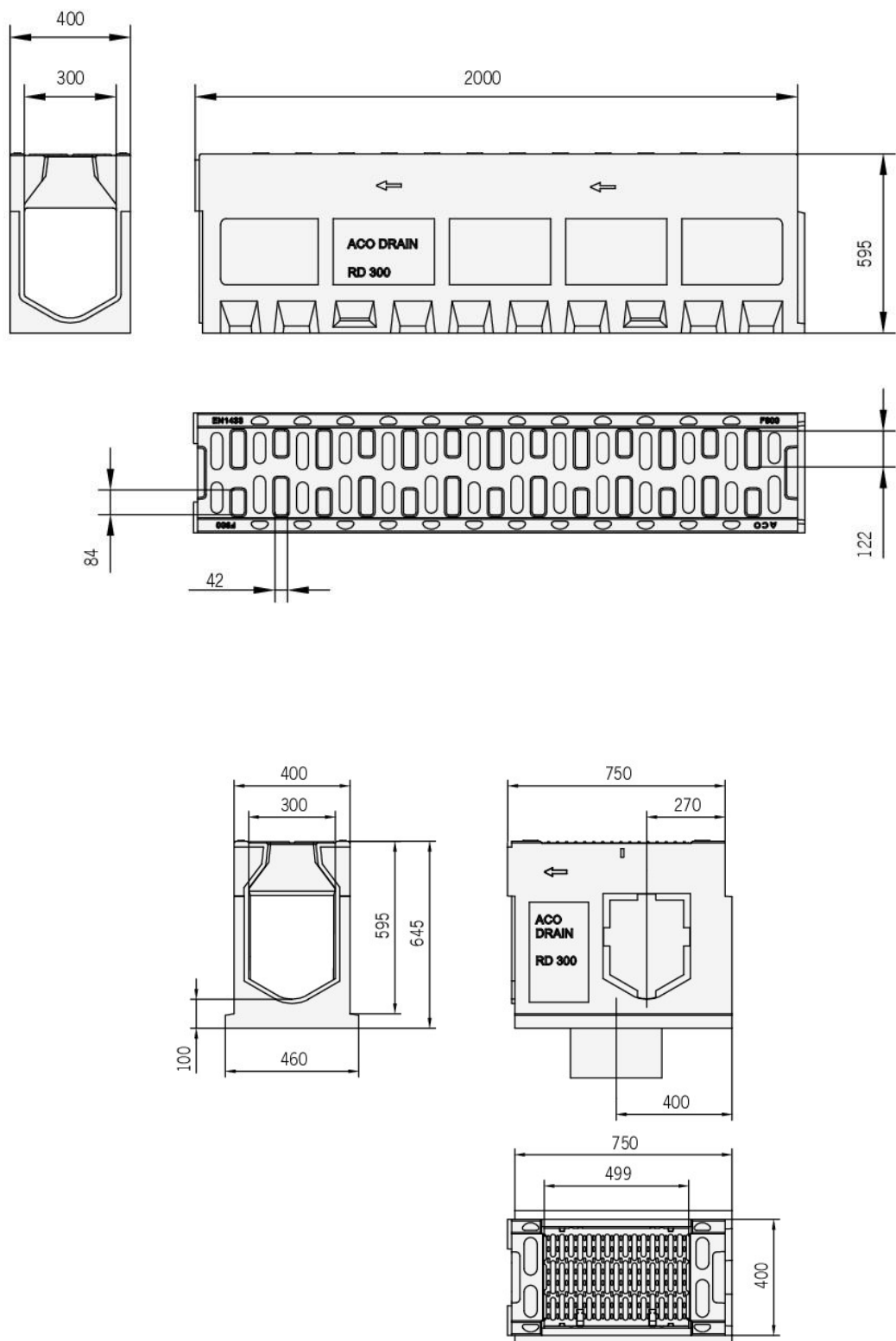


Рис. 6.3. Конструкція моноблока ACO Monoblock RD300V

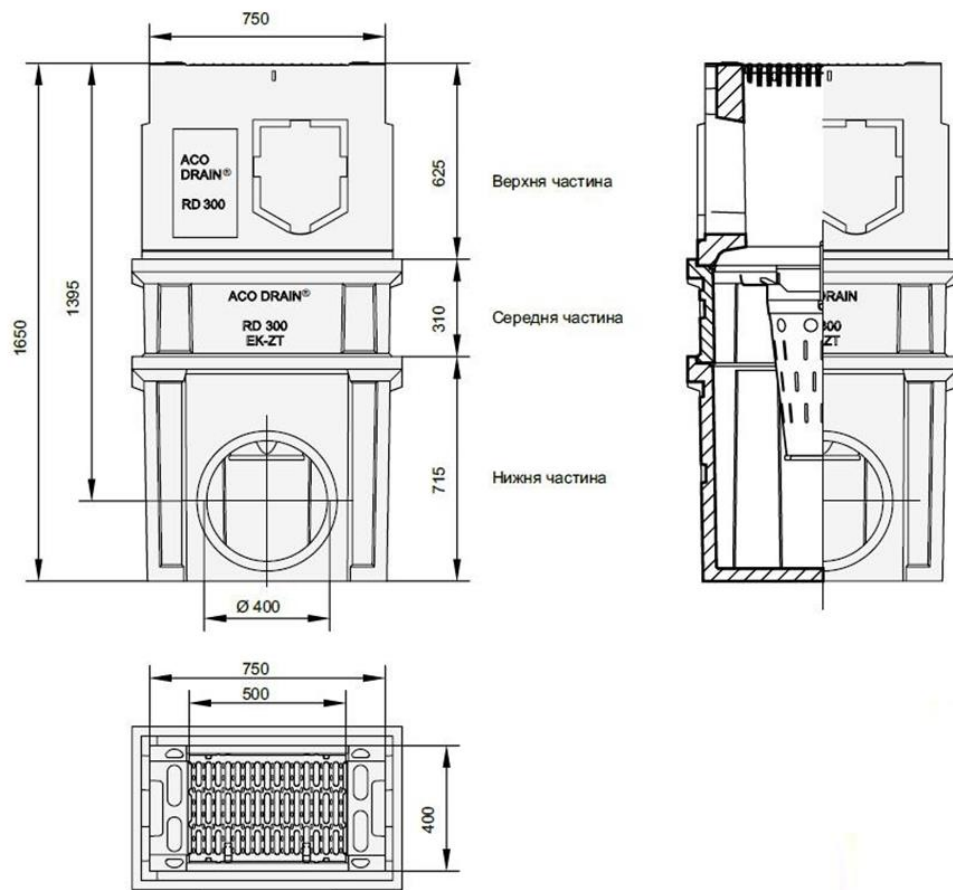


Рис. 6.4. Конструкція піскоуловлювача RD300V

РОЗДІЛ 7

АЕРОДРОМНІ ПОКРИТТЯ

7.1. Розрахунок жорсткого бетонного покриття

Типи літаків, які будуть експлуатуватися на аеродромі та їх характеристики:

B737-900: $F_{n1} = 771,26$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,86$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,47$ МПа;

B737-800: $F_{n2} = 761,46$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,86$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,47$ МПа;

A321-100: $F_{n3} = 748,72$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,93$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,28$ МПа;

Середньорічна кількість зльотів літаків за типами:

B737-900: $N_1 = 3650$ зл/рік;

B737-800: $N_2 = 3650$ зл/рік;

A321-100: $N_3 = 3650$ зл/рік;

Дорожньо-кліматична зона – II;

Район будівництва розташований на північ від 50^0 північної широти;

Тип гідрогеологічних умов – 1;

Ґрунт природної основи – суглинок пилуватий з коефіцієнтом пористості $e=0,60$;

Згідно з нормативних вимог [3], виконуємо розрахунок покриття на ділянках групи А. Спочатку визначаємо навантажувальні характеристики для літака з найбільшим нормативним навантаженням на основну опору F_n – за даним варіантом це B737-900: $F_n = 771,26$ кН.

Визначаємо розрахункове навантаження на колесо основної опори літака (F_d) і радіус круга (R_e), рівновеликого площі відбитка пневматика колеса на покритті за формулами (7.1-7.2):

$$F_d = \frac{F_n}{n_k} \cdot k_d \cdot \gamma_f \quad (7.1)$$

$$F_d = \frac{771,26}{2} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 482,04 \text{ кН}$$

k_d , γ_f – коефіцієнти динамічності та розвантаження, які визначаються за ([3] таблиця 30): $\gamma_f = 1$; $k_d = 1,25$ – для ділянок покриттів групи А та за умови $p_a =$

1,47 МПа; p_a – внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс, МПа; $n_k = 2$ – число коліс на основній опорі

$$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot p_a}} \quad (7.2)$$

$$R_e = \sqrt{\frac{482,04 \cdot 10^3}{\pi \cdot 1,47 \cdot 10^6}} = 0,323 \text{ м}$$

Проектована конструкція жорсткого аеродромного покриття (рис.7.1):

- Верхній шар: цементобетон проектних класів – В_{btb}4,8/60 (з розрахунковими характеристиками [3]: розрахунковий опір розтягу при згинанні $R_{btb1} = 4,10$ МПа; модуль пружності важкого бетону $E_{b1} = 3,53 \cdot 10^4$ МПа) товщиною 45 см;
- розподільчий прошарок із поліетиленової плівки 300 мкм;
- Нижній шар: «пісний» бетон проектних класів – В20 (з розрахунковими характеристиками [3]: $R_{btb2} = 2,26$ МПа; $E_{b2} = 2,6 \cdot 10^4$ МПа) – із товщиною 35 см;
- штучна основа – піскоцемент класу 40 (з розрахунковими характеристиками $R_{btb3} = 0,6$ МПа; $E_{b3} = 29 \cdot 10^2$ МПа) – товщиною 20 см.

Згідно з нормативними вимогами [3] визначаємо глибину стискуваної товщі ґрунтової основи, при умові $F_d = 542,31$ кН, $n_k = 2$ – отже, приймаємо $H_c = 6$ м.

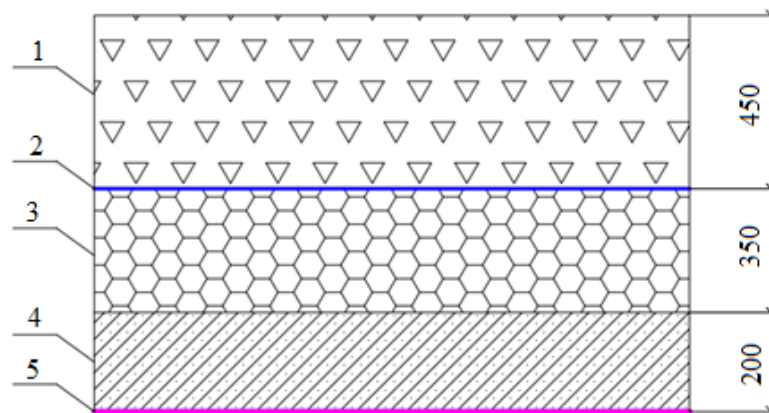


Рис.7.1. Конструкція жорсткого аеродромного покриття: 1 – цементобетон В_{btb}4,8/60; 2 – розподільчий прошарок із поліетиленової плівки; 3 – «пісний» бетон В20; 4 – піскоцемент класу 40; 5 – синтетична георешітка.

Визначаємо еквівалентний коефіцієнт постелі K_{se} , МН/м³, для шаруватих основ жорстких покриттів у межах товщини, що стискається за формулою (7.3):

$$K_{se} = \frac{K_{s1} + K_{s2} \cdot \alpha_2 + K_{s3} \cdot \alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3}, \quad (7.3)$$

де K_{s1} , K_{s2} , K_{s3} – розрахункові значення коефіцієнтів постелі, МН/м³, відповідно першого (рахуючи зверху), другого та третього шарів природної або штучної основи з однорідних ґрунтів та матеріалів у різному стані, включаючи дренажні та теплозахисні шари;

$$\alpha_2 = \frac{t_2 \cdot [1,6 \cdot D_r - (t_1 + 0,5 \cdot t_2)]}{t_1 (1,6 \cdot D_r - 0,5 \cdot t_1)}; \quad (7.4)$$

$$\alpha_3 = \frac{0,5 \cdot [1,6 \cdot D_r - (t_1 + t_2)^2]}{t_1 (1,6 \cdot D_r - 0,5 \cdot t_1)}; \quad (7.5)$$

t_1 , t_2 – товщина відповідно першого та другого шарів основи, м;

D_r – умовний діаметр кола передачі навантаження на основу, м, приймається рівним для монолітних покриттів, що розраховуються на позакатегорійне та I категорії навантаження – 3,6 м, II – 3,2 м, III – 2,9 м, IV – 2,4 м, V та VI – 2,2 м.

Для основ, що складаються з двох шарів, значення t_2 і α_2 слід приймати рівними нулю.

В нашому випадку основа, складається з двох шарів, тому значення t_2 і α_2 приймаємо рівними нулю. Шар штучної основи із піскоцементу класом 40, підстеляється ґрунтом природної основи – суглинком пилюватим (з коефіцієнтом пористості $e = 0,60$).

Визначаємо коефіцієнт постелі піскоцементу [3]: $K_{s1} = 2,9 \cdot 10^2$ МН/м³.

Визначаємо коефіцієнт постелі суглинку пилюватого [3]: $K_{s3} = 50$ МН/м³ з урахуванням, що дорожньо-кліматична зона – II; тип гідрогеологічних умов – 1; коефіцієнт пористості $e = 0,60$ який входить у проміжок 0,5-0,8.

$D_r = 3,6$ м, для позакатегорійного навантаження [3], при нашому відомому нормативному навантаженню на основну опору літака.

Тоді,

$$\alpha_3 = \frac{0,5 \cdot [1,6 \cdot 3,6 - (0,20 + 0)^2]}{0,20 \cdot (1,6 \cdot 3,6 - 0,5 \cdot 0,20)} = 2,527$$

$$K_{se} = \frac{290 + 50 \cdot 2,527}{1 + 2,527} = 118,05 \text{ МН} / \text{м}^3$$

Визначаємо жорсткості верхнього (B_{sup}) та нижнього (B_{inf}) шарів двошарового покриття, за формулами (7.6, 7.7):

$$B_{sup} = 0,085 \cdot E_b^{sup} \cdot t_{sup}^3, \quad (7.6)$$

$$B_{inf} = 0,085 \cdot E_b^{inf} \cdot t_{inf}^3, \quad (7.7)$$

Отже, $B_{sup} = 0,085 \cdot 3,53 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 0,45^3 = 27,34 \cdot 10^4 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 / \text{м}$

$$B_{inf} = 0,085 \cdot 2,60 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 0,35^3 = 9,48 \cdot 10^4 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 / \text{м}$$

За наявності у покритті суміщених швів жорсткість нижнього шару не повинна перевищувати жорсткість верхнього шару більше ніж у два рази:

$$\frac{B_{inf}}{B_{sup}} = \frac{9,48 \cdot 10^4}{27,34 \cdot 10^4} = 0,347 < 2 \text{ (умова виконана)}$$

Замінюємо прийняту конструкцію двошарового покриття умовним бетонним покриттям з сумарною жорсткістю (7.8):

$$B = B_{sup} + B_{inf} \quad (7.8)$$

$$B = 27,34 \cdot 10^4 + 9,48 \cdot 10^4 = 36,82 \cdot 10^4 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 / \text{м}$$

Визначаємо пружну характеристику покриття, за формулою (7.9):

$$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_{se}}}, \quad (7.9)$$

$$l = \sqrt[4]{\frac{36,82 \cdot 10^7}{118,05 \cdot 10^6}} = 1,33 \text{ м}$$

Знаходимо максимальні моменти в розрахункових перерізах покриття перпендикулярних осям X і Y, при центральному навантаженні (коли центр

відбитка першого колеса збігається з перетином розрахункових розрізів, (рис.7.2) також зазначена схема шасі літака (рис.7.3):

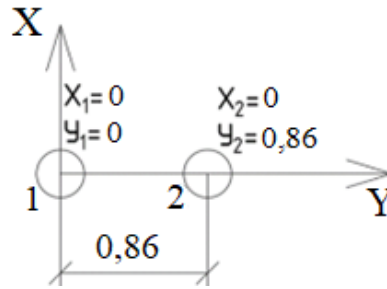


Рис.7.2. Розрахункова схема основної опори літака B737-900

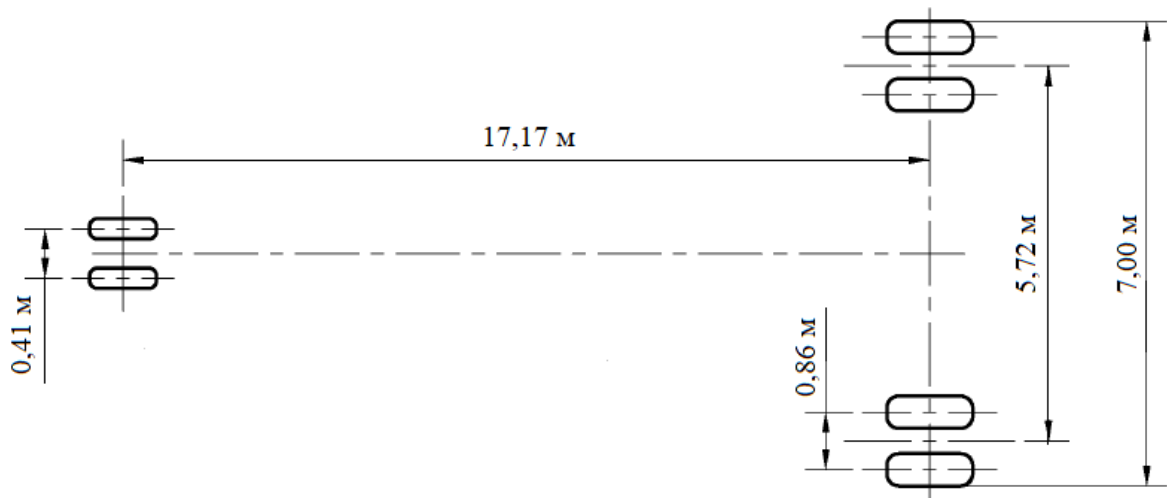


Рис. 7.3. Схема шасі літака B737-900

де $f(\alpha)$ приймаємо з [3], для $\alpha = \frac{R_e}{l}$; $\overline{m_{xi}}$ і $\overline{m_{yi}}$ беремо для кожного i -го починаючи з другого колеса основної опори з норм [3] залежно від значень координат $\xi_i = \frac{y_i}{l}$ та $\eta_i = \frac{x_i}{l}$ (числові значення y_i та x_i на рис.7.2). Результати визначення α ; $f(\alpha)$; $\overline{m_{xi}}$ і $\overline{m_{yi}}$; ξ_i і η_i наведено у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Проміжні результати розрахунку покриття

Колесо	$\alpha = \frac{R_e}{l}$	$f(\alpha)$	$\xi_i = \frac{y_i}{l}$	$\eta_i = \frac{x_i}{l}$	$\overline{m_{xi}}$	$\overline{m_{yi}}$
1	0,243	0,1890	-	-	-	-
2	-	-	0,647	0	0,0279	0,0892

Розраховано максимальні моменти розрахункових перерізах покриття перпендикулярних осям X і Y за формулами (7.10, 7.11):

$$m_{c,\max}(x) = m_1 + \sum_{i=2}^{n_k} m_{xi} = F_d \cdot f(\alpha) + \sum_{i=2}^{n_k} m_{xi} \cdot F_d, \quad (7.10)$$

$$m_{c,\max}(x) = 482,04 \cdot (0,1890 + 0,0279) = 104,55 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

$$m_{c,\max}(y) = m_1 + \sum_{i=2}^{n_k} m_{yi} = F_d \cdot f(\alpha) + \sum_{i=2}^{n_k} m_{yi} \cdot F_d, \quad (7.11)$$

$$m_{c,\max}(y) = 482,04 \cdot (0,1890 + 0,0892) = 134,10 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Приймаємо $m_{c,\max}$, як більше серед одержаних $m_{c,\max}(x)$ та $m_{c,\max}(y)$:

$$m_{c,\max} = m_{c,\max}(y) = 134,10 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Знаходимо $m_{c,\max}$ для літаків В737-800 та А321-100 за аналогією розрахунку для В737-900.

для літака В737-800:

Характеристики: $F_{n2} = 761,46$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,86$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,47$ МПа.

Обчислюємо розрахункове навантаження на колесо основної опори літака (F_d) і радіус круга (R_e), рівновеликого площі відбитка пневматика колеса на покритті відповідно формулам (7.1 та 7.2):

$$F_d = \frac{761,46}{2} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 475,91 \text{ кН}$$

k_d , γ_f – коефіцієнти динамічності та розвантаження, які визначаються за [3]: $\gamma_f = 1$; $k_d = 1,25$ – для ділянок покриттів групи А та за умови $p_a = 1,47$ МПа;

$$R_e = \sqrt{\frac{475,91 \cdot 10^3}{\pi \cdot 1,47 \cdot 10^6}} = 0,321 \text{ м}$$

Знаходимо максимальні моменти в розрахункових перерізах плити перпендикулярних осям X і Y, при центральному навантаженні для літака В737-800 (рис.7.4, 7.5):

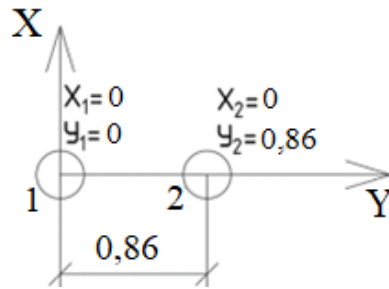


Рис.7.4. Розрахункова схема основної опори літака B737-800

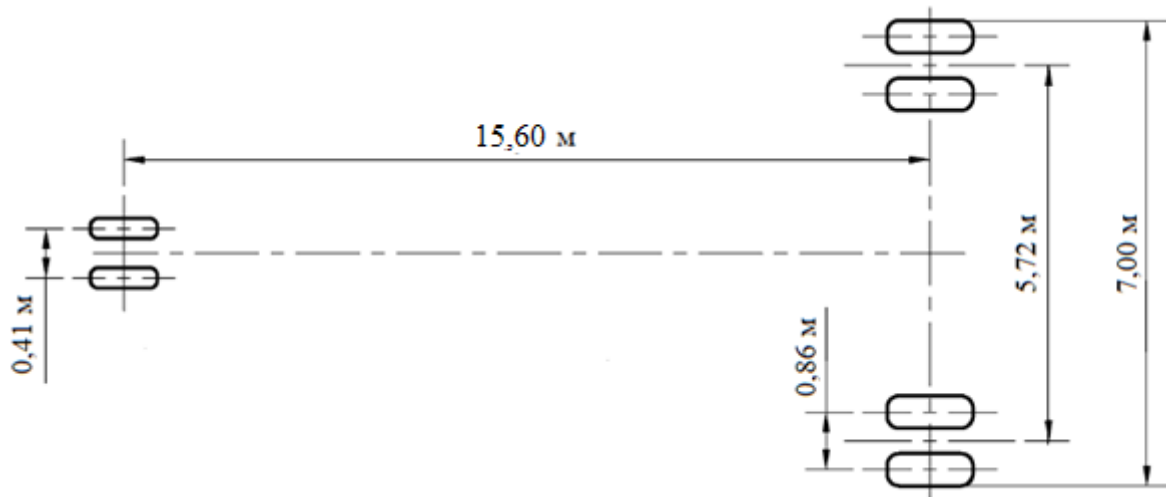


Рис. 7.5. Схема шасі літака B737-800

Результати визначення α ; $f(\alpha)$; $\overline{m_{xi}}$ і $\overline{m_{yi}}$; ξ_i і η_i наведено у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

Проміжні результати розрахунку покриття

Колесо	$\alpha = \frac{R_e}{l}$	$f(\alpha)$	$\xi_i = \frac{y_i}{l}$	$\eta_i = \frac{x_i}{l}$	$\overline{m_{xi}}$	$\overline{m_{yi}}$
1	0,241	0.1900	-	-	-	-
2	-	-	0,647	0	0.0279	0.0892

максимальні моменти обчислено відповідно формулам (7.10, 7.11):

$$m_{c,\max}(x) = 475,91 \cdot (0,1900 + 0,0279) = 103,70 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

$$m_{c,\max}(y) = 475,91 \cdot (0,1900 + 0,0892) = 132,87 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Приймаємо $m_{c,\max}$, як більше серед одержаних $m_{c,\max}(x)$ та $m_{c,\max}(y)$:

$$m_{c,\max} = m_{c,\max}(y) = 132,87 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

для літака A321-100:

$F_{n3} = 748,72$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,93$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,28$ МПа.

Обчислюємо розрахункове навантаження на колесо основної опори літака (F_d) і радіус круга (R_e), рівновеликого площі відбитка пневматика колеса на покритті відповідно формулам (7.1 та 7.2):

$$F_d = \frac{748,72}{2} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 467,95 \text{ кН}$$

k_d , γ_f – коефіцієнти динамічності та розвантаження, які визначаються за [3]: $\gamma_f = 1$; $k_d = 1,25$ – для ділянок покриттів групи А та за умови $p_a = 1,28$ МПа;

$$R_e = \sqrt{\frac{467,95 \cdot 10^3}{\pi \cdot 1,28 \cdot 10^6}} = 0,341 \text{ м}$$

Знаходимо максимальні моменти в розрахункових перерізах плити перпендикулярних осям X і Y, при центральному навантаженні для літака А321-100 (рис.7.6, 7.7):

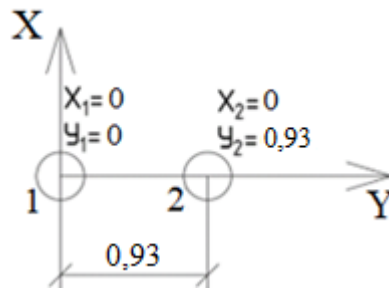


Рис.7.6. Розрахункова схема основної опори літака А321-100

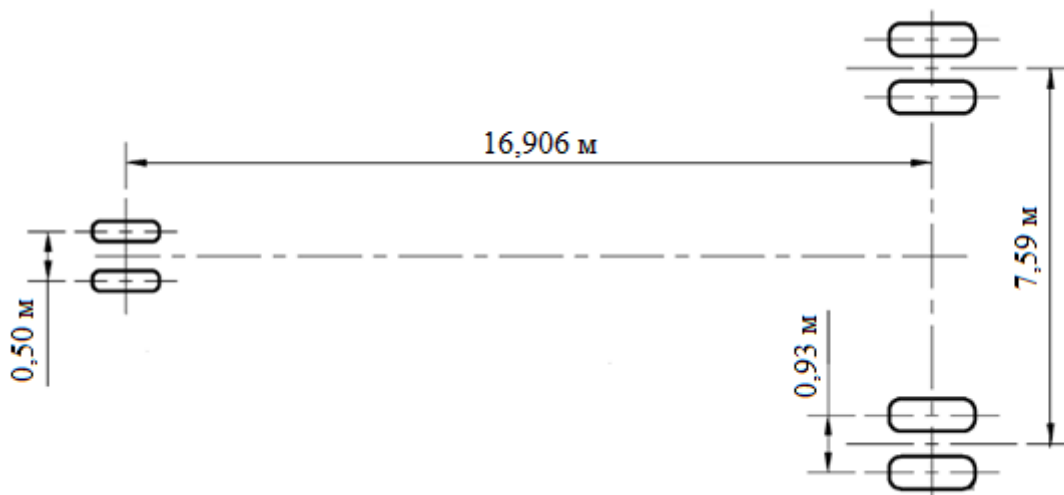


Рис. 7.7. Схема шасі літака А321-100

Результати визначення $\alpha; f(\alpha); \overline{m_{xi}}$ і $\overline{m_{yi}}$; ξ_i і η_i наведено у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

Проміжні результати розрахунку покриття

Колесо	$\alpha = \frac{R_e}{l}$	$f(\alpha)$	$\xi_i = \frac{y_i}{l}$	$\eta_i = \frac{x_i}{l}$	$\overline{m_{xi}}$	$\overline{m_{yi}}$
1	0,256	0,1840	-	-	-	-
2	-	-	0,699	0	0,0219	0,0825

максимальні моменти обчислено відповідно формулам (7.10, 7.11):

$$m_{c,max}(x) = 467,95 \cdot (0,1840 + 0,0219) = 96,35 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

$$m_{c,max}(y) = 467,95 \cdot (0,1840 + 0,0825) = 124,71 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Приймаємо $m_{c,max}$, як більше серед одержаних $m_{c,max}(x)$ та $m_{c,max}(y)$:

$$m_{c,max} = m_{c,max}(y) = 124,71 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Аналізуючи результати обчислень:

- для літака В737-900: $m_{c,max} = 134,10 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$;
- для літака В737-800: $m_{c,max} = 132,87 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$;
- для літака А321-100: $m_{c,max} = 124,71 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$,

Можна зробити висновок, що розрахунковим типом літака для даного покриття, як і передбачалося, є літак В737-900, оскільки він має найбільше значення:

$$m_{c,max} (134,10 > 132,87 > 124,71 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м})$$

Визначаємо розрахункові згинальні моменти в покритті верхнього та нижнього шару ($m_{d,sup(inf)}$, кН·м/м) (при $m_{c,max} = 134,10 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$), за формулами (7.12 та 7.13):

$$m_{d,sup} = \frac{k'm_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}; \quad (7.12)$$

$$m_{d,inf} = k'm_{c,max} - m_{d,sup}; \quad (7.13)$$

де $m_{c,max}$ – максимальний згинальний момент, кН·м/м, при центральному завантаженні $B_{inf} + B_{sup}$, визначений розрахунком;

B_{sup} , B_{inf} – жорсткість покриття відповідно верхнього і нижнього шарів, віднесених до одиниць ширини їх перерізів;

k' – коефіцієнт, що дорівнює: 1,2 – при з'єднаннях у верхньому і нижньому шарах або тільки у верхньому шарі, але з параметрами, прийнятими за товщиною покриття, розрахованого на загальну жорсткість шарів;

Отже,

$$m_{d,sup} = \frac{1,2 \cdot 134,10}{1 + \frac{9,48 \cdot 10^4}{27,34 \cdot 10^4}} = \frac{160,92}{1 + 0,347} = 119,47 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

$$m_{d,inf} = 1,2 \cdot 134,10 - 119,47 = 41,45 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Обчислюємо значення граничних згинальних моментів для верхнього та нижнього шарів двошарового покриття, за формулами (7.14, 7.15):

$$m_{u,sup} = \gamma_c \cdot R_{btb1} \cdot \frac{t_1^2}{6} \cdot k_u \quad , \quad (7.14)$$

$$m_{u,inf} = \gamma_c \cdot R_{btb2} \cdot \frac{t_2^2}{6} \cdot k_u \cdot k_m \quad , \quad (7.15)$$

$$m_{u,sup} = 0,8 \cdot 4,10 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,45^2}{6} \cdot 1,1326 = 125,38 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

$$m_{u,inf} = 0,8 \cdot 2,26 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,35^2}{6} \cdot 1,1326 \cdot 1,29 = 53,93 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

де $\gamma_c = 0,8$ – коефіцієнт умов роботи покриттів, який приймається згідно з [3], при умовах: розташування аеродрому на північ від 50^0 північної широти, бетонне покриття на ділянках групи А;

$R_{btb1} = 4,10$ МПа, $R_{btb2} = 2,26$ МПа – розрахункові опори відповідно верхнього та нижнього шарів двошарового бетонного покриття на розтяг при згині [3];

$t_1 = 0,35$ м, $t_2 = 0,25$ м – товщина відповідно верхнього та нижнього шарів двошарового бетонного покриття;

$k_m = 1,29$ – поправочний коефіцієнт, який визначається за графіком [3], залежно від товщини плити верхнього шару;

k_u – коефіцієнт, який враховує число прикладань колісних навантажень ПС за проєктний термін служби покриття (7.16):

$$k_u = 2 - 0,167 \cdot \lg U_d, \quad (7.16)$$

$$k_u = 2 - 0,167 \cdot \lg 156289,067 = 1,1326$$

де U_d – розрахункове число прикладань навантаження на покриття при зльотах літаків, яке визначається за цією формулою (7.17):

$$U_d = \sum_{i=1}^n U_{e_i} = U_{e1} + U_{e2} + U_{e3}, \quad (7.17)$$

$$U_d = 72443,596 + 62661,386 + 21183,611 = 156289,067$$

де U_{e_i} – еквівалентне число прикладань навантаження від опори кожного i -го типу літака на покриття, приведене до прикладань навантаження від опори розрахункового літака (в нашому випадку цей літак B737-900), за формулою (7.18):

$$U_{e_i} = 10^{\left\{ \frac{m_{cd}}{m_{ci}} \left[\lg U_i + 12 \cdot \left(\frac{m_{ci}}{m_{cd}} - 1 \right) \right] \right\}}, \quad (7.18)$$

m_{cd} – центральний згинальний момент від навантаження розрахункового літака (B737-900):

$$m_{cd} = 134,10 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

- для літака B737-900:

$$U_{e1} = 10^{\left\{ \frac{134,10}{134,10} \cdot \left[\lg 0,73 \cdot 10^5 + 12 \cdot \left(\frac{134,10}{134,10} - 1 \right) \right] \right\}} = 10^{\lg 0,73 \cdot 10^5} = 72443,596$$

- для літака B737-800:

$$U_{e2} = 10^{\left\{ \frac{134,10}{132,87} \cdot \left[\lg 0,73 \cdot 10^5 + 12 \cdot \left(\frac{132,87}{134,10} - 1 \right) \right] \right\}} = 10^{4,797} = 62661,386$$

- для літака A321-100:

$$U_{e3} = 10^{\left\{ \frac{134,10}{124,71} \cdot \left[\lg 0,73 \cdot 10^5 + 12 \cdot \left(\frac{124,71}{134,10} - 1 \right) \right] \right\}} = 10^{4,326} = 21183,611$$

де U_i – число прикладань навантаження від основної опори кожного типу літака за проєктний строк служби покриття T (для жорстких покриттів рівний 20 рокам) (7.19):

$$U_i = n_{ai} \cdot N_i \cdot T, \quad (7.19)$$

- для літака B737-900: $U_1 = 1 \cdot 3650 \cdot 20 = 0,73 \cdot 10^5$;
- для літака B737-800: $U_2 = 1 \cdot 3650 \cdot 20 = 0,73 \cdot 10^5$;
- для літака A321-100: $U_3 = 1 \cdot 3650 \cdot 20 = 0,73 \cdot 10^5$;

m_{ci} – центральний згинальний момент від навантаження i -го літака (B737-900; B737-800; A321-100):

- для літака B737-900:

$$m_{c1} = m_{c,\max} = 134,10 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м};$$

- для літака B737-800:

$$m_{c2} = m_{c,\max} = 132,87 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м};$$

- для літака A321-100:

$$m_{c3} = m_{c,\max} = 124,71 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}.$$

Висновок: за результатами розрахунків перевіряємо міцність покриття за умовами (7.20, 7.21):

$$m_{d,\text{sup}} < m_{u,\text{sup}}, \quad (7.20)$$

$$m_{d,\text{inf}} < m_{u,\text{inf}}, \quad (7.21)$$

$$m_{d,\text{sup}} = 119,47 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м} < m_{u,\text{sup}} = 125,38 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

$$m_{d,\text{inf}} = 41,45 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м} < m_{u,\text{inf}} = 53,93 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Отже, прийняті товщини верхнього (45 см) та нижнього (35 см) шарів двохшарового покриття, відповідають умовам міцності.

7.2. Розрахунок нежорсткого аеродромного асфальтобетонного покриття

Типи літаків, які будуть експлуатуватися на аеродромі та їх характеристики:

B737-900: $F_{n1} = 771,26$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,86$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,47$ МПа;

B737-800: $F_{n2} = 761,46$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,86$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,47$ МПа;

A321-100: $F_{n3} = 748,72$ кН; $n_k = 2$; $a_T = 0,93$; $v_T = 0$; $n_a = 1$; $p_a = 1,28$ МПа;

Середньорічна кількість зльотів літаків за типами:

B737-900: $N_1 = 3650$ зл/рік;

B737-800: $N_2 = 3650$ зл/рік;

A321-100: $N_3 = 3650$ зл/рік;

Дорожньо-кліматична зона – II;

Район будівництва розташований на північ від 50^0 північної широти;

Тип гідрогеологічних умов – 1;

Ґрунт природної основи – суглинок пилуватий з коефіцієнтом пористості $e=0,60$;

Виконуємо розрахунок покриття на ділянках групи А. Визначаємо, які літаки будуть враховуватись у розрахунку за нормативним навантаженням на основну опору (головний літак B737-900: $F_{n1} = 771,26$ кН):

Літак B737-800 – враховується, оскільки виконується дана умова:

$$\frac{F_{n2}}{F_{n1}} = \frac{761,46}{771,26} = 0,98 > 0,5$$

Літак A321-100 – враховується, оскільки виконується дана умова:

$$\frac{F_{n3}}{F_{n1}} = \frac{748,72}{771,26} = 0,97 > 0,5$$

Приймаємо конструкцію асфальтобетонного покриття (рис.7.8).

Передбачаємо використання таких шарів:

- Щільний дрібнозернистий асфальтобетон марки I, тип А – з розрахунковими характеристиками: $E_{abl} = 15 \cdot 10^2$ МПа з норм [3] – товщиною 12 см;

- Щільний крупнозернистий асфальтобетон марки II, тип Б – з розрахунковими характеристиками: $E_{ab1} = 12 \cdot 10^2$ МПа з [3] – товщиною 24 см;
- щебінь з просоченням бітумом – з розрахунковими характеристиками: $E_{ab2} = 36 \cdot 10^2$ МПа – з [3] – товщиною 8 см;
- щебінь з природного каменю з граничною міцністю при стисканні 100 МПа – з розрахунковими характеристиками: $E_{ab3} = 4,5 \cdot 10^2$ МПа з [3] – товщиною 20 см;
- пісок крупний – з розрахунковими характеристиками: $E_{ab4} = 1,3 \cdot 10^2$ МПа з [3]– товщиною 26 см;
- синтетична георешітка

Ґрунтова основа – суглинок пілуватий: $E_5 = 28$ МПа з[3], з урахуванням, що дорожньо-кліматична зона – II; тип гідрогеологічних умов – 1; коефіцієнт пористості $e = 0,60$ який входить у проміжок 0,5-0,8.

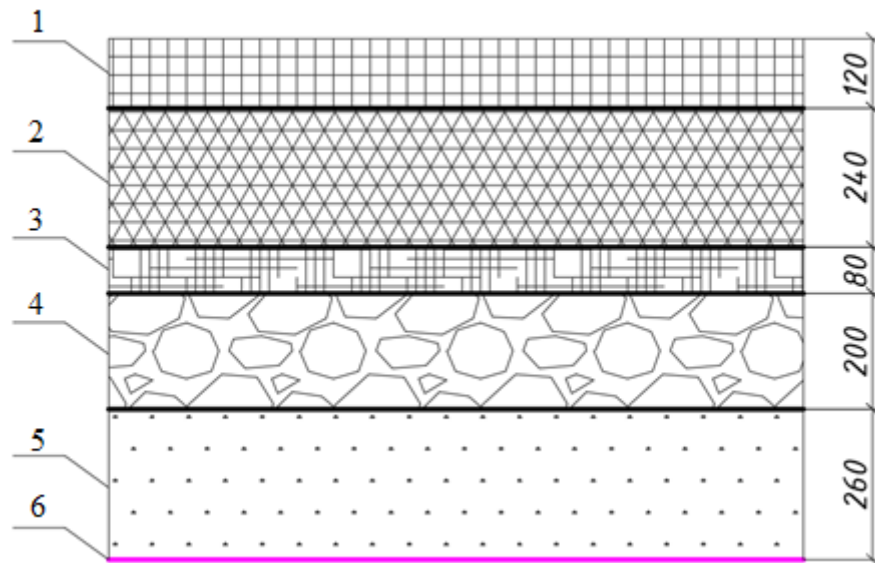


Рис.7.8. Конструкція асфальтобетонного покриття: 1 – щільний дрібнозернистий асфальтобетон марки I; 2 – щільний крупнозернистий асфальтобетон марки II; 3 – щебінь з просоченням бітумом; 4 – щебінь з природного каменю з граничною міцністю при стисканні 100МПа укладений способом заклинки; 5 – пісок крупний; 6 – синтетична георешітка.

Сумарна товщина шарів призначеної конструкції покриття визначається за формулою (7.22):

$$t_{tot} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (7.22)$$

$$t_{tot} = 0,12 + 0,24 + 0,08 + 0,20 + 0,26 = 0,9 \text{ м}$$

Обчислюємо значення еквівалентного навантаження (F_e) для літака В737-900 ($F_{n1} = 771,26$ кН) за формулою (7.23):

$$F_e = \text{anti } \lg c = 10^c, \quad (7.23)$$

$$F_{e1} = 10^{2,90} = 794,33 \text{ кН}$$

де степінь c визначається наступним чином (7.24):

$$c = \frac{\lg n_k}{\lg \frac{4 \cdot a_d}{a}} \cdot \lg \frac{2 \cdot t_{tot}}{a} + \lg F_d, \quad (7.24)$$

$$c = \frac{\lg 2}{\lg \frac{4 \cdot 0,86}{0,31}} \cdot \lg \frac{2 \cdot 0,9}{0,31} + \lg 482,04 = 2,90 \text{ м}$$

F_d – розрахункове навантаження на колесо основної опори літака, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса на покритті (за формулою 7.1):

$$F_{d1} = \frac{771,26}{2} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 482,04 \text{ кН}$$

k_d , γ_f – коефіцієнти динамічності та розвантаження, які визначаються за таблицею Е.8 (ДБН Аеродроми): $\gamma_f = 1$; $k_d = 1,25$ – для ділянок покриттів групи А та за умови $p_a = 1,47$ МПа; p_a – внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс, МПа; $n_k = 2$ – число коліс на основній опорі

a – мінімальна відстань між найближчими колесами основної опори (7.25):

$$a = a_T - 2 \cdot \sqrt{\frac{F_d}{1,4 \cdot \pi \cdot p_a}}, \quad (7.25)$$

$$a = 0,86 - 2 \cdot \sqrt{\frac{482,04 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 3,14 \cdot 1,47 \cdot 10^6}} = 0,31 \text{ м}$$

a_d – максимальна відстань між колесами основної опори (між центрами їх відбитків, рис.7.9) за формулою (7.26):

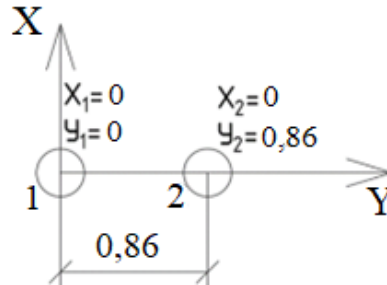


Рис.7.9. Розрахункова схема основної опори літака B737-900

$$a_d = \sqrt{a_T^2 + e_T^2}, \quad (7.26)$$

$$a_d = \sqrt{0,86^2 + 0^2} = 0,86 \text{ м}$$

Повинні виконуватися ці умови (7.27, 7.28):

$$t_{tot} > \frac{a}{2}, \quad (7.27)$$

$$t_{tot} < 2 \cdot a_d, \quad (7.28)$$

Отже, $t_{tot} = 0,9 \text{ м} > \frac{a}{2} = \frac{0,31}{2} = 0,16 \text{ м}$; $t_{tot} = 0,9 \text{ м} < 2 \cdot a_d = 2 \cdot 0,86 = 1,72 \text{ м}$ –

умови виконуються.

Обчислюємо значення еквівалентного навантаження (F_e) для літака B737-800: $F_{n2} = 761,46 \text{ кН}$ відповідно формули (7.23):

$$F_{e2} = 10^{2,89} = 776,25 \text{ кН}$$

$$c = \frac{\lg 2}{\lg \frac{4 \cdot 0,86}{0,32}} \cdot \lg \frac{2 \cdot 0,9}{0,32} + \lg 475,91 = 2,89 \text{ м}$$

F_d – розрахункове навантаження на колесо основної опори літака, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса на покритті (7.1):

$$F_{d2} = \frac{761,46}{2} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 475,91 \text{ кН}$$

$\gamma_f = 1$; $k_d = 1,25$ – для ділянок покриттів групи А та за умови $p_a = 1,47$ МПа; p_a – внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс, МПа; $n_k = 2$.

a – мінімальна відстань між найближчими колесами основної опори (7.25):

$$a = 0,86 - 2 \cdot \sqrt{\frac{475,91 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 3,14 \cdot 1,47 \cdot 10^6}} = 0,32 \text{ м}$$

a_d – максимальна відстань між колесами основної опори (між центрами їх відбитків, рис.7.10), (7.26):

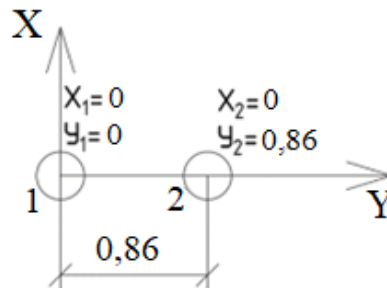


Рис.7.10. Розрахункова схема основної опори літака В737-800

$$a_d = \sqrt{0,86^2 + 0^2} = 0,86 \text{ м}$$

Обчислюємо значення еквівалентного навантаження (F_e) для літака А321-100: $F_{n3} = 748,72$ кН відповідно формули (7.23):

$$F_{e3} = 10^{2,87} = 741,31 \text{ кН}$$

$$c = \frac{\lg 2}{\lg \frac{4 \cdot 0,93}{0,35}} \cdot \lg \frac{2 \cdot 0,9}{0,35} + \lg 467,95 = 2,87 \text{ м}$$

F_d – розрахункове навантаження на колесо основної опори літака, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса на покритті (7.1):

$$F_{d3} = \frac{748,72}{2} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 467,95 \text{ кН}$$

$\gamma_f = 1$; $k_d = 1,25$ – для ділянок покриттів групи А та за умови $p_a = 1,28$ МПа; p_a – внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс, МПа; $n_k = 2$.

a – мінімальна відстань між найближчими колесами основної опори (7.25):

$$a = 0,93 - 2 \cdot \sqrt{\frac{467,95 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 3,14 \cdot 1,28 \cdot 10^6}} = 0,35 \text{ м}$$

a_d – максимальна відстань між колесами основної опори (між центрами їх відбитків, рис.7.11), (7.26):

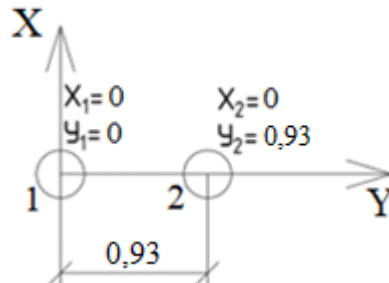


Рис.7.11. Розрахункова схема основної опори літака А321-100

$$a_d = \sqrt{0,93^2 + 0^2} = 0,93 \text{ м}$$

Переконаємося, що розрахунковим типом літака для даного покриття, як і передбачалося, є літак В737-900, оскільки він має більше еквівалентне навантаження ніж у В737-800 та А321-100

$$F_{e1} = 794,33 \text{ кН} > F_{e2} = 776,25 \text{ кН} > F_{e3} = 741,31 \text{ кН}$$

7.2.1. Перевірка прогину покриття

Визначаємо діаметр круга D_e , рівновеликого площі відбитка одноколісного еквівалентного навантаження, від розрахункового типу літака за формулою (7.29):

$$D_e = 2 \cdot \sqrt{\frac{F_e}{\pi \cdot p_a}}, \quad (7.29)$$

$$D_e = 2 \cdot \sqrt{\frac{794,33 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1,47 \cdot 10^6}} = 0,83 \text{ м}$$

Обчислюємо середній модуль пружності багат шарової конструкції покриття, включаючи штучну основу (7.30):

$$E_{mt} = \frac{E_{ab1} \cdot t_1 + E_{ab2} \cdot t_2 + E_{ab3} \cdot t_3 + E_{ab4} \cdot t_4}{t_{tot}}, \quad (7.30)$$

$$E_{mt} = \frac{15 \cdot 10^2 \cdot 0,12 + 12 \cdot 10^2 \cdot 0,24 + 36 \cdot 10^2 \cdot 0,08 + 4,5 \cdot 10^2 \cdot 0,20 + 1,3 \cdot 10^2 \cdot 0,26}{0,9} = 9,78 \cdot 10^2 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення відношень (7.31), щоб завдяки отриманим результатам визначити коефіцієнт ψ_k за номограмою [3]:

$$\frac{E}{E_{mt}} \text{ і } \frac{t_{tot}}{D_e}, \quad (7.31)$$

Отже,

$$\frac{28}{9,78 \cdot 10^2} = 0,029 \text{ і } \frac{0,9}{0,83} = 1,08$$

Тоді, $\psi_k = 0,20$.

Далі знаходимо еквівалентний модуль пружності нежорсткої конструкції покриття (включаючи штучну основу) і ґрунтової основи (7.32):

$$E_{ed} = E_{mt} \cdot \psi_k, \quad (7.32)$$

$$E_{ed} = 9,78 \cdot 10^2 \cdot 0,2 = 1,956 \cdot 10^2 \text{ МПа}$$

Визначаємо розрахунковий відносний прогин покриття від одноколісного еквівалентного навантаження (7.33):

$$\lambda_d = 0,9 \cdot \frac{P_a}{E_{ed}}, \quad (7.33)$$

$$\lambda_d = 0,9 \cdot \frac{1,47}{1,956 \cdot 10^2} = 0,0075$$

Знаходимо приведену повторюваність прикладань розрахункового навантаження, за формулою (7.34), обчислення представлене у форматі таблиці 7.4:

$$N_r = \sum_{i=1}^n N_{i(\text{доб})} \cdot n_{ai} \cdot k_{ni}, \quad (7.34)$$

$$N_r = 10 \cdot 1 \cdot 1 = 10 \text{ зл/доб}$$

де n – число типів ПС, включаючи розрахункове; N_i – середньорічна кількість зльотів i -го ПС; n_{ai} – число осей на опорі i -го ПС (при розрахунку міцності за граничним відносним прогином приймають $n_{ai} = 1$);

Таблиця 7.4

Обчислення приведеної повторюваності прикладань, розрахункового навантаження

Тип літака	P_{ai} МПа	D_{ei} , м	$\frac{D_{ei}}{D_{ed}}$	$\frac{P_{ai}}{P_{ad}}$	k_{ni}	$N_{i(доб)} = \frac{N_{i(рік)}}{365}$ зл/доб	n_{ai}
B737-900	1,47	0,83	1	1	1	10	1

k_{ni} – коефіцієнт приведення навантажень, який знаходимо відповідно до формули (7.35):

$$k_{ni} = \left(\frac{P_{ai}}{P_{ad}} \right)^{5,5} \cdot \left(\frac{D_{ei}}{D_{ed}} \right)^{7,66}, \quad (7.35)$$

$$k_{ni} = 1^{5,5} \cdot 1^{7,66} = 1$$

P_{ai} , P_{ad} – внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс відповідно i -го і розрахункового ПС; D_{ei} , D_{ed} – діаметри кругів, рівновеликих площам відбитків еквівалентних одноколісних навантажень, відповідно i -го і розрахункового ПС.

Граничний відносний прогин покриття λ_u приймаємо для суглинку пілуватого, за номограмою [3], при умові що внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс $p_a = 1,47$ МПа, а приведена повторюваність прикладань розрахункового навантаження $N_r = 10$ зл/доб:

$$\lambda_u = 7,6 \cdot 10^{-3} = 0,0076$$

Під час розрахунку нежорстких аеродромних покриттів за граничним відносним прогином має виконуватися умова (7.36):

$$\lambda_d < \gamma_c \cdot \lambda_u, \quad (7.36)$$

$$\lambda_d = 0,0075 < \gamma_c \cdot \lambda_u = 1,0 \cdot 7,6 \cdot 10^{-3} = 0,0076 \text{ – умова виконується}$$

$\gamma_c = 1,0$ – коефіцієнт умов роботи, який приймається для груп ділянок аеродромних покриттів: А – 1 [3].

Отже, покриття у граничному стані за показником відносного прогину задовольняє нормативні вимоги.

7.2.2. Перевірка міцності асфальтобетонних шарів покриття на розтяг при згинанні

Значення одноколісного еквівалентного навантаження від розрахункового літака В737-900 приймаємо як:

$$F_e = F_d = 482,04 \text{ кН}$$

Для знайденого значення F_e знаходимо діаметр круга D_e , рівновеликого площі відбитка одноколісного еквівалентного навантаження (7.37):

$$D_e = 2 \cdot \sqrt{\frac{F_e}{\pi \cdot p_a}}, \quad (7.37)$$

$$D_{e1} = 2 \cdot \sqrt{\frac{482,04 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1,47 \cdot 10^6}} = 0,65 \text{ м}$$

Обчислюємо середній модуль пружності асфальтобетонного шару конструкції покриття (7.38):

$$E_{ab} = \frac{E_{ab1} \cdot t_1}{t_{ab}}, \quad (7.38)$$

$$E_{ab} = \frac{15 \cdot 10^2 \cdot 0,12 + 12 \cdot 10^2 \cdot 0,24}{0,36} = 13 \cdot 10^2 \text{ МПа}$$

Обчислюємо середній модуль пружності шарів покриття під асфальтобетоном, включаючи штучну основу (7.39):

$$E_m = \frac{E_{ab2} \cdot t_2 + E_{ab3} \cdot t_3 + E_{ab4} \cdot t_4}{t_2 + t_3 + t_4}, \quad (7.39)$$

$$E_m = \frac{36 \cdot 10^2 \cdot 0,08 + 4,5 \cdot 10^2 \cdot 0,20 + 1,3 \cdot 10^2 \cdot 0,26}{0,54} = 7,63 \cdot 10^2 \text{ МПа}$$

Визначаємо значення відношень (7.40), щоб завдяки отриманим результатам визначити коефіцієнт ψ_k за номограмою [3]:

$$\frac{E}{E_m} \text{ і } \frac{t_{tot}}{D_e}, \quad (7.40)$$

$$\frac{28}{7,63 \cdot 10^2} = 0,037 \text{ і } \frac{0,9}{0,65} = 1,38$$

Тоді, $\psi_k = 0,25$.

Далі знаходимо еквівалентний модуль пружності шарів покриття під асфальтобетоном включаючи ґрунтову основу (7.41):

$$E_e = E_m \cdot \psi_k, \quad (7.41)$$

$$E_e = 7,63 \cdot 10^2 \cdot 0,25 = 1,91 \cdot 10^2 \text{ МПа}$$

Визначаємо числові значення відношень (7.42), щоб завдяки отриманим результатам визначити коефіцієнт $\overline{\sigma_r}$ за номограмою [3]:

$$\frac{E_{ab}}{E_e} \text{ і } \frac{t_{ab}}{D_{e1}}, \quad (7.42)$$

$$\frac{13 \cdot 10^2}{1,91 \cdot 10^2} = 6,81 \text{ і } \frac{0,36}{0,65} = 0,55$$

Тоді $\overline{\sigma_r} = 1,13$ - при умові що внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс $p_a = 1,47$ МПа.

Найбільше розтягуюче напруження при згині в шарі від розрахункового навантаження, МПа, що визначаємо за формулою (7.43):

$$\sigma_r = \overline{\sigma_r} \cdot p_a, \quad (7.43)$$

$$\sigma_r = 1,13 \cdot 1,47 = 1,66 \text{ МПа}$$

Знаходимо приведену повторюваність прикладань розрахункового навантаження, за формулою (7.44):

$$N_r = \sum_{i=1}^n N_{i(\text{доб})} \cdot n_{ai} \cdot k_{ni}, \quad (7.44)$$

$$N_r = 10 \cdot 1 \cdot 1 = 10 \text{ зл/доб}$$

де n – число типів ПС, включаючи розрахункове; N_i – середньорічна кількість зльотів i -го ПС; n_{ai} – число осей на опорі i -го ПС ($n_{ai}=1$). Розрахунок представлений у форматі таблиці 7.5:

Таблиця 7.5

Обчислення приведеної повторюваності прикладань, розрахункового навантаження

Тип літака	P_{ai} МПа	D_{ei} , м	$\frac{D_{ei}}{D_{ed}}$	$\frac{P_{ai}}{P_{ad}}$	k_{ni}	$N_{i(\text{доб})} = \frac{N_{i(\text{рік})}}{365}$ зл/доб	n_{ai}
V737-900	1,47	0,65	1	1	1	10	1

Міцність асфальтобетонних шарів нежорсткого аеродромного одягу має відповідати умові (7.45):

$$\sigma_r < \gamma_c \cdot R_d, \quad (7.45)$$

$$\sigma_r = 1,96 \text{ МПа} < \gamma_c \cdot R_d = 1,0 \cdot 2,4 = 2,4 \text{ МПа} \text{ умова виконується}$$

(при $N_r = 10 \text{ зл/доб} < 50 \text{ зл/доб}$, розрахунковий опір щільного асфальтобетону із суміші I марки на розтяг при згинанні: $R_d = 2,4 \text{ МПа}$ - [3].

Отже, потрібна міцність шарів асфальтобетону на розтяг при згинанні забезпечена.

7.3. Проектування та побудова поперечних профілів

Зображення перерізу на вертикальній площині, перпендикулярного до осі ЗПС, називають його поперечним профілем, який проектують на всю ширину смуги, із нанесенням земляного полотна і конструкції покриття, елементів водовідведення.

Загальні вимоги проектування поперечного профілю полягають у викреслюванні поперечного розрізу поверхні землі на даному пікеті (плюсова точка) за даними карти з горизонталями.

Горизонтальний масштаб поздовжнього профілю прийнято 1:200, вертикальний 1:50.

На поперечному профілі вказано: вісь ЗПС, розміри елементів конструкції покриття, що відображені у даному перерізі; проектні відмітки (червоним кольором); поперечні ухили ЗПС та укріплених узбіч, елементи водовідведення.

Враховуючи рекомендації [34], поверхня ЗПС має двосхилий поперечний профіль, а поперечний ухил по обидва боки від осьової лінії повинен бути симетричним. Ухили, для забезпечення найшвидшого стоку дощових і талих вод, для даного варіанту мають значення:

- Поперечний ухил ЗПС – 1,5 % (15 ‰);
- Поперечний ухил узбічч – 2,5 % (25 ‰);
- Поперечні ухил ЛС та спланованої частини – 2,5 % (25 ‰).

Приклади креслень поперечних профілів відповідно ПК1+60,00 м (жорстке покриття) та ПК3+20,00 м (нежорстке покриття) представлені на рис. 7.12, 7.13.

Поперечний профіль ПК-1+60м (М_Г1:200, М_В1:50)

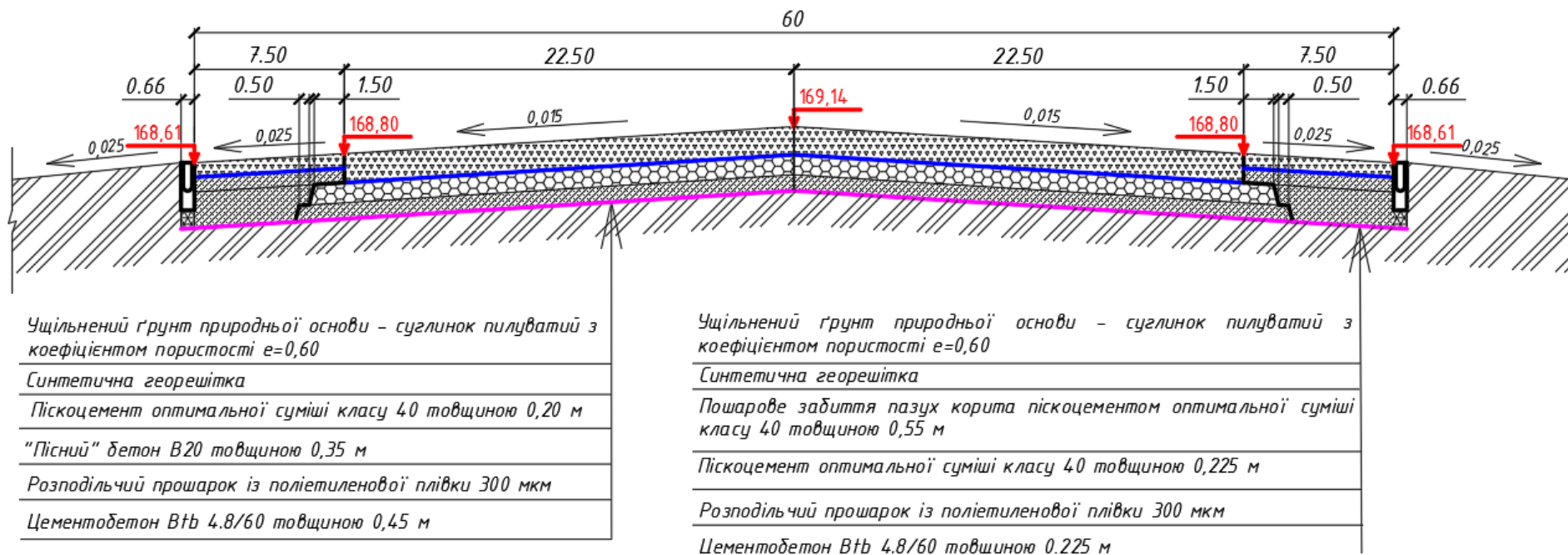


Рис 7.12. Зображення поперечного профілю жорсткого покриття ПК1+60,00 м

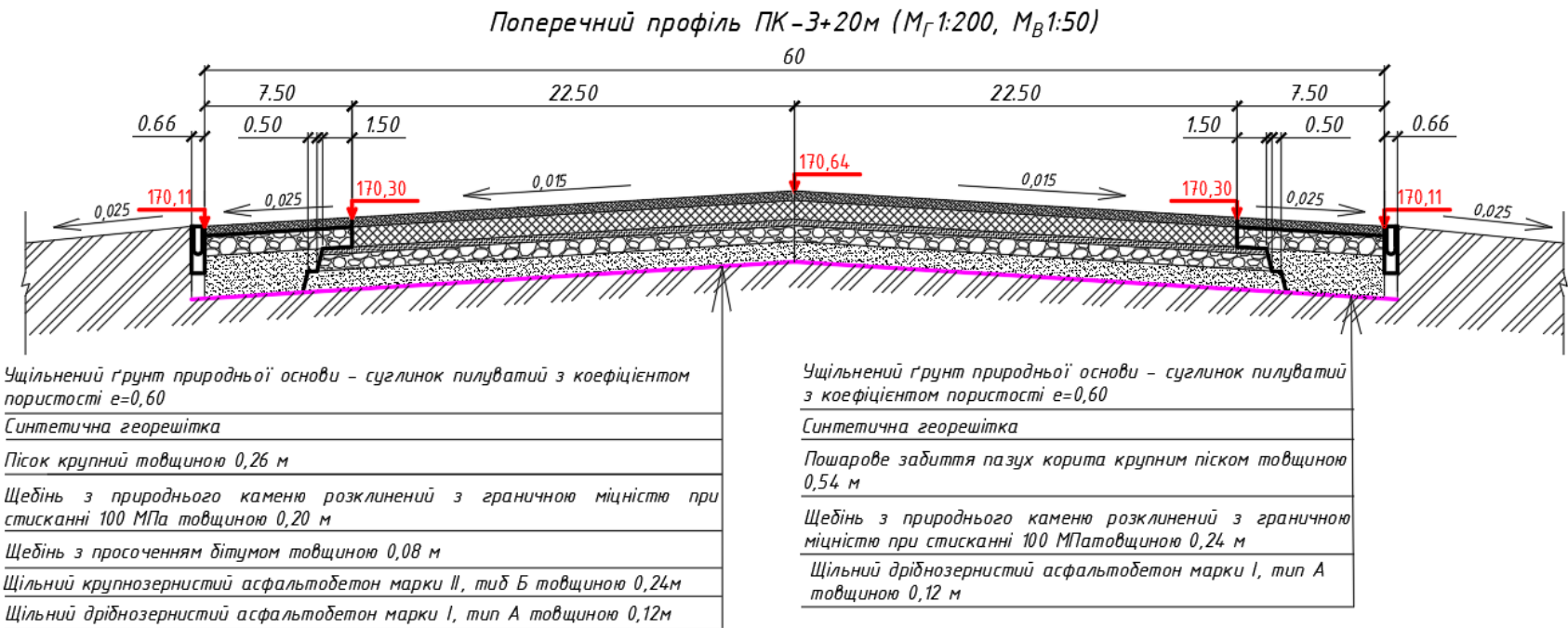


Рис 7.13. Зображення поперечного профілю нежорсткого покриття ПК3+20,00 м

РОЗДІЛ 8

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ АЕРОДРОМНОГО КОМПЛЕКСУ

8.1. Загальні відомості про технологію влаштування цементобетонних покриттів

Шари основи та цементобетонне покриття влаштовують такими методами [6]:

- Комплектом високопродуктивних машин з ковзними формами та з автоматичною системою забезпечення рівності;
- Механізмами, що передбачають укладання та ущільнення пісного бетону;
- Комплектом машин, які пересуваються по рейко-формах у нерухомій опалубці;
- Засобами малої механізації в місцях, де за технологічними параметрами неможливо застосувати бетоноукладальник.

Під час будівництва основ дорожніх одягів та бетонних покриттів прийнято таку послідовність технологічних робіт згідно з ДСТУ[6]:

- Встановлення копірних струн або рейко-форм залежно від прийнятих механізмів для укладання цементобетонної суміші;
- За бокового подавання бетону здійснюється монтаж і закріплення закладних елементів у шви розширення, стискання, повздовжні шви та за необхідності арматурних сіток;
- За фронтального подавання бетону арматурні стрижні швів стискання занурюють автоматично, шви розширення монтуються після проходу бетоноукладальника в штучно створених розривах;
- Транспортування цементобетонної суміші, її розподіл, ущільнення та оброблення поверхні шару;
- Догляд за свіжоукладеним бетоном (повинен починатись відразу після оброблення його поверхні і продовжуватись до набирання проектної міцності не менше ніж 28 діб;

- Влаштування деформаційних швів у свіжо затверділому бетоні;
- Влаштування деформаційних швів у затверділому бетоні (очищення, нарізання, герметизація);
- Армування швів стиску в покритті виконують відразу в міру укладання бетону в покриття, армування робочих шарів і швів розширення виконують у кінці захватки на початку робочої зміни.

Бетонування покриття та основи дорожнього одягу необхідно виконувати у вечірні та нічні години, якщо денна температура цементобетонного покриття вище ніж 30 °С або перепад температури повітря за добу більше ніж 12 °С, відносна вологість повітря менше від 50 %.

8.1.1. Укладання та ущільнення цементобетонної суміші

На даний час переважно застосовують два методи укладання суміші в покриття [36]:

- метод ковзної опалубки;
- метод укладання бетону у встановлену нерухому опалубку.

Перший метод передбачає укладання бетонної суміші на основу без опалубки, функції якої виконують дві металеві лижі, що встановлюють на заздалегідь підготовлену основу та якісно її кріплять, щоб забезпечити під час руху бетоноукладача її повну нерухомість. За обох методів укладання бетоноукладач, що комплектується шнеком, розподіляє бетонну суміш по основі, ущільнює суміш за допомогою глибинних вібраторів і, нарешті, за допомогою поверхневого вібробрусу остаточно ущільнює суміш у покритті.

Найпоширенішими та високопродуктивними комплексами для бетонування покриття є комплекси, які працюють за методом ковзної опалубки виробництва німецької фірми Wirtgen. Роботу бетоноукладача проводять в автоматичному режимі витримування курсу та рівня від копірної струни.

Цементобетонну суміш виготовляють у змішувачі пересувного цементобетонного заводу і доставляють до місця укладання автомобілями-

самоскидами MAN з вивантаженням суміші безпосередньо на підставу перед бетоноукладачем.

Організація робіт з будівництва цементобетонного покриття повинна забезпечувати ритмічне укладання цементобетонної суміші з розрахунку одержання однорідного, монолітного і щільного бетону за всією товщиною.

Покриття проходить другу вигладжувальну плиту, після чого остаточно викінчують за допомогою поперечного коливального бруса і вигладжу вальної «лижі», яка встановлена на спеціальному кронштейні позаду бетоноукладача і здійснює складні повертально-наступальні рухи і переміщається від однієї крайки покриття до другої.

Після проходження бетоноукладача на поверхні свіжоукладеного покриття не повинно бути дефектів у вигляді нерівностей, усунення яких здійснюється вручну.

Для видалення надлишків вологи з поверхні свіжоукладеного покриття необхідно використовувати мішковину, що закріплюються на спеціальному пересуваному місточку або безпосередньо на бетоноукладачі.

8.1.2. Надання шорсткості поверхні покриття

Після ущільнення поверхні покриття надають шорсткості і наносять захисний плівкоутворювальний матеріал за допомогою ручних або механізованих засобів. Переважно машина для нанесення шорсткості входить до бетоноукладального комплексу. Проте можна застосовувати інші механізми, які не є в складі комплексу, а для нанесення захисного складу – ручні та механічні розпилювачі.

8.1.3. Технологія догляду за свіжоукладеним бетоном

Догляд за свіжоукладеним бетоном повинен починатись відразу після оброблення його поверхні і тривати до набирання проектної міцності за трьома етапами не менше ніж 28 діб. Рух транспортних засобів цементобетонним покриття можливий тільки після набору бетоном проектної міцності і

закінчення догляду бетоном. В залежності від умов навколишнього середовища зміні може підлягати технологія догляду свіжоукладеним бетоном [7].

Рівень догляду за ним здійснюють із використанням плівкоутворювальних матеріалів не рідше від одного разу за зміну, та у випадку зміни якості суміші на місці бетонування.

За додатних температур у весняно-літньо-осінній період операції догляду за бетоном проводять з метою захистити бетон від випаровування води. Технологічні операції з догляду можна умовно поділити на декілька стадій.

При проведенні першої стадії операцій з догляду за свіжоукладеним бетоном необхідно враховувати, що будь-який класкоутворювальний матеріал, який застосовується сьогодні, зберігає свою ефективність протягом 1-3 діб.

При другій стадії догляду за бетонним покриттям, яка повинна тривати до набору бетоном критичної міцності (але не менше від 7-10 діб), необхідно забезпечити подальші нормальні температурно-вологісні умови твердіння. Протягом цього періоду бетонне покриття охороняють від проїзду технологічних машин, після закінчення другої стадії догляду цю заборону знімають.

Частіше за все в умовах високих літніх температур такі чинники, як різниця коефіцієнтів лінійного температурного розширення, поява добового градієнта температур може спричинити утворення термічних тріщин, тому щоб запобігти їх появу потрібно проводити періодичний полив поверхні бетонного покриття водою, оскільки він дає змогу зменшити внутрішні напруження від термовпливів і практично унеможливити небезпеку тріщиноутворення.

8.1.4. Нарізання швів

Шов у свіжоукладеному бетоні влаштовують за допомогою прорізання (продавлювання) вібраційним робочим органом ще не затверділої, але ущільненої бетонної суміші відразу після завершального проходу бетонооздоблювальної машини. За відносної простоти шви, що влаштовують у такий спосіб, мають істотні недоліки, пов'язані з тим, що структура бетону в

зоні шва під впливом на несформований бетон віброоргану порушується, а надлишок бетонної суміші є джерелом утворення нерівностей на поверхні. Ці нерівності спричиняють зниження експлуатаційних якостей бетонного покриття, що є основним недоліком цього способу влаштування швів.

У затверділому бетонному покритті влаштування пазів швів здійснюють за допомогою спеціальних наріжчиків, обладнаних алмазними дисками, після досягнення бетоном міцності на стиск 8-10 МПа. Якщо міцність бетону в день укладання не досягає необхідного значення, то шви з метою унеможливлення викрашування крайок слід нарізати на наступну добу, переважно, не раніше від 9 годин ранку і не пізніше від 24 години. Під час нарізання не повинно відбуватися викришування крайок швів більше ніж 3 мм.

8.2. Опис машин, що застосовуються при укладанні покриття

Бетоноукладач Wirtgen SP 1600

Роботи на злітно-посадковій смузі міжнародного аеропорту «Кропивницький» виконуються сучасним компактним бетоноукладачем Wirtgen SP 1600 з легкими формами, який має високий рівень надійності і продуктивності. Робота бетоноукладача Wirtgen SP 1600 ведеться в автоматичному режимі витримування курсу та рівня від копірної струни. Дана машина може укласти два шари за один прохід, а бетон завантажується фронтально: для верхнього та для нижнього шарів. Має ковзну опалубку.

Цей бетоноукладач може комплектуватися робочим органом, який має металеві панелі (він рухається з одного боку до іншого) або шнеком (вал з гвинтоподібними виступами, що обертається за годинниковою чи проти годинникової стрілки), який розподіляє бетонну суміш по основі, а ущільнює суміш за допомогою глибинних вібраторів та за допомогою поперечного поверхневого вібробрусу остаточно ущільнює суміш у покритті. після чого поверхня укладеного шару вирівнюється за допомогою вигладжувальної «лижі», яка встановлена на спеціальному кронштейні позаду бетоноукладача і

здійснює складні поворотально-наступальні рухи і переміщається від однієї крайки покриття до другої.

Його основні технічні характеристики взято з офіційного каталогу/брошури машин Wirtgen [8], зазначено в таблиці 8.1, а зображення представлено на рис. 8.1

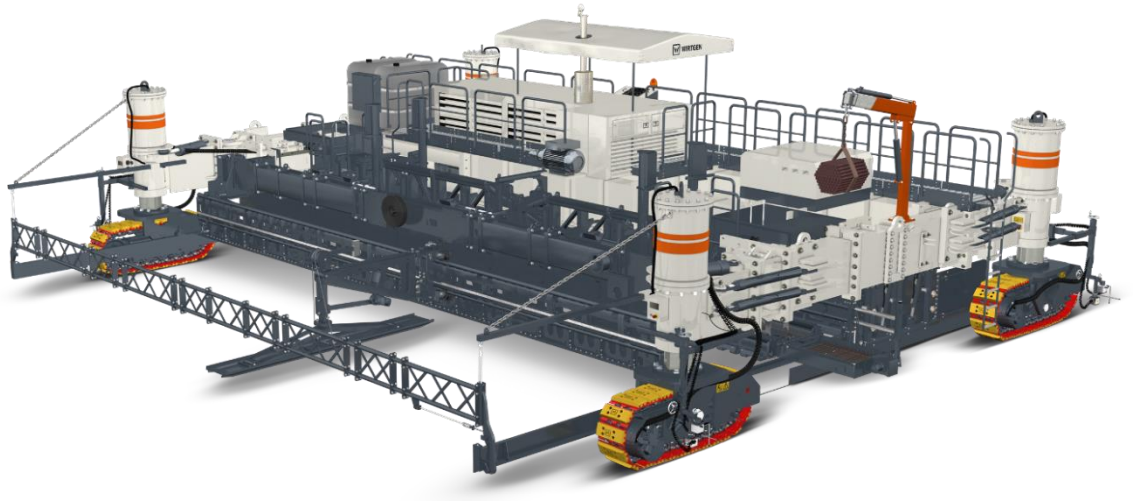


Рис. 8.1. Бетонукладач SP 1600 виробництва Wirtgen

Таблиця 8.1

Технічні характеристики Wirtgen SP 1600

Характеристика	Величина
Маса техніки	58000 - 140000 кг
Двигун	Caterpillar C11 АТААС
Потужність двигуна	313 кВт/ 425л.с.,
Робоча ширина укладання	5000 - 16000 мм
Товщина покриття	450 мм
Робоча швидкість	5 м/хв
Число гусеничних візків	4
Тяговий привід:	гідравлічний / гусеничні візки з роздільним приводом
Габаритні розміри:	Довжина 22500 мм
	Ширина 3500 мм
	Висота 3150 мм

Фінішер TSM 180

Завдання TSM 180, що рухається за бетонукладачем, полягає перш за все в нанесенні на покриття необхідної шорсткості. Ця машина може наносити поперечні, поздовжні, і діагональні смуги, в залежності від того, яким смугам віддається перевага на тій чи іншій ділянці доріг. Друге завдання фінішера TSM

180 полягає в тому, щоб забезпечити догляд за цементобетоном для запобігання його передчасного висихання. Для цього наноситься плівко утворююче покриття – спеціальна рідина, яка рівномірно розподіляється по покриттю в автоматичному режимі.

Розподільник плівкоутворюючих матеріалів ДС-105

Після ущільнення поверхні покриття та надання шорсткості, наносять захисний плівкоутворювальний матеріал розподільником плівкоутворюючих матеріалів – в даному випадку це ДС-105 (рис.8.2): у передній частині рами змонтований ролик для вологозахисної плівки, а ззаду встановлено розпилювальний пристрій, виконаний у вигляді поперечної трубки з дев'ятнадцятьма соплами, що швидко відсікають, закритої зверху і з боків захисним кожухом [9].

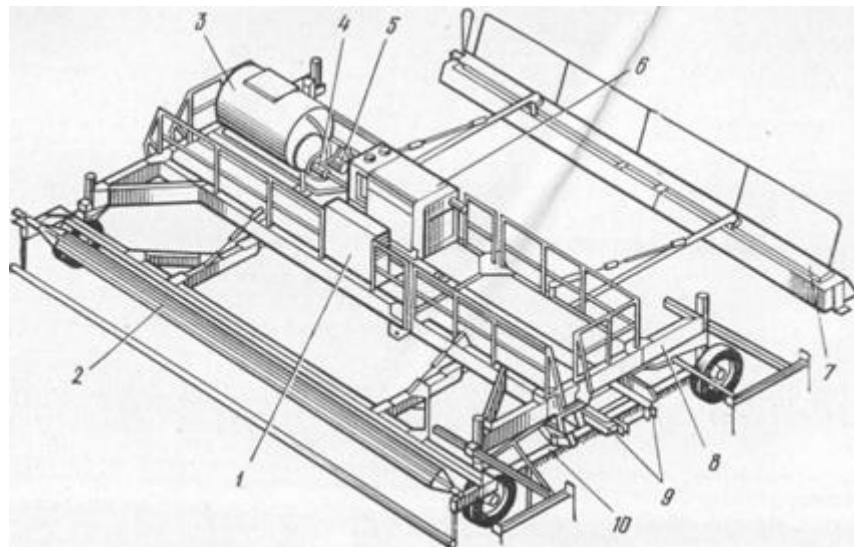


Рис. 8.2. Розподільник плівкоутворюючих матеріалів ДС-105 - пульт управління, 2 - ролик для вологозахисної плівки, 3 - бак, 4 - гідромотор, 5 - шестеренний насос, 6 - двигун, 7 - розпилювальний пристрій, 8 - шасі, 9 - напрямні, 10 - щітка

Швонарізчик Cedima CF-6020 (рис.8.3)

Шов у свіжоукладеному бетоні влаштовують за допомогою прорізання (продавлювання) вібраційним робочим органом ще не затверділої, але ущільненої бетонної суміші відразу після завершального проходу бетонооздоблювальної машини. У затверділому бетонному покритті влаштування пазів швів здійснюють за допомогою спеціальних нарізчиків,

обладнаних алмазними дисками, після досягнення бетоном міцності на стиск 8-10 МПа. Якщо міцність бетону в день укладання не досягає необхідного значення, то шви з метою унеможливлення викрашування крайок слід нарізати на наступну добу, переважно, не раніше від 9 годин ранку і не пізніше від 24 години. Під час нарізання не повинно відбуватися викришування крайок швів більше ніж 3 мм. Його основні технічні характеристики [10], зазначено в таблиці 8.2, а зображення представлено на рис. 8.3

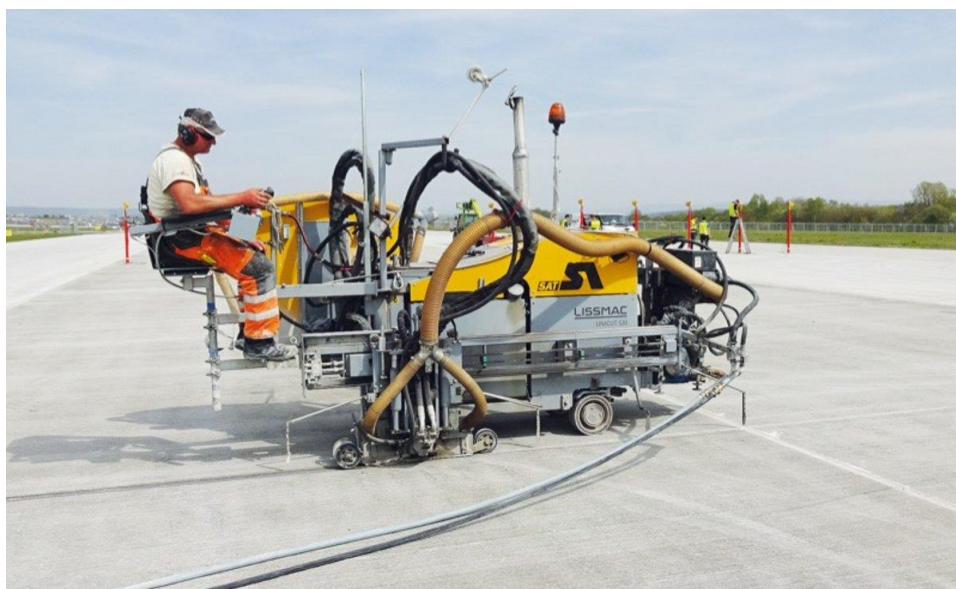


Рис. 8.3. Швонарізчик Cedima CF-6020

Таблиця 8.2

Технічні характеристики

Виробник	Cedima
вид двигуна	дизельний
Модель двигуна	Perkins 804-D-33T
потужність	83.1 к.с (62000 Вт)
Об'єм двигуна	3330 см ³
Оберти двигуна	3000 об / хв
охолодження двигуна	рідинне
Максимальний діаметр диска	1200 мм
глибина різку	480 мм
Діаметр отвору	35 мм
Тип запуску	Електростарт

Система зрошення лінії різку	водяне
Габарити (ДхШхВ)	2550 x 950 x 1550 мм
вага	1300 кг
Країна бренду	Німеччина

Машина плавильно-заливальна Strassmayr RWK 600/500 (рис.8.4)

Strassmayr RWK 600/500 використовується для підготовки і нанесення спеціальних мастик і бітумних мас в дефекти покриття на відремонтованих поверхнях і в компенсаційні шви при нанесенні на нові дорожні покриття. Машина автоматично нагріває мастику до 180 °С і, завдяки нагрітої решітці і мішалці, що працює в горизонтальному положенні, вона має можливість ефективною безперервної роботи без переривання нагріву завантаженої маси. Машина встановлена на причепі, а він оснащений опалювальним котлом, що працює на термічному маслі і живильним насосом з гідравлічним приводом. Розподільчий спус з подаючим шлангом дозволяє без проблем заповнювати кожну щілину. Устаткування має привід третьої осі і переднього колеса і дозволяє легко і незалежно переміщати його на будівельному майданчику. Його зображення представлено на рис. 8.4 [11].



Рис. 8.4. Машина плавильно-заливальна Strassmayr RWK 600/500

8.3. Розрахунок кількості використаних матеріалів при укладанні жорсткого цементобетонного покриття

Кількість матеріалів на один шар (8.1), м³:

$$Q_y = B \cdot h \cdot L \cdot k_y \cdot K_n \quad (8.1)$$

де, B – ширина шару, м; h – товщина шару, м; k_y - коефіцієнт ущільнення, який для цементобетону складає 1, а для піскоцементу 1,1; K_B - коефіцієнт витрат, який дорівнює 1,03-1,05; ρ – середня щільність сухого матеріалу в ущільненому стані, яка для цементобетону складає 2200 кг/м^3 , а для піскоцементу дорівнює 1800 кг/м^3 .

Отже, кількість використаних матеріалів на один шар по досліджуваній ділянці для злітно-посадкової смуги довжиною 1600 м (1,6 км) та шириною 45 м, дорівнює:

для цементобетону проектних класів – В_{btb}4,8/60 товщиною 45 см:

$$Q_y = 45 \cdot 0,45 \cdot 1600 \cdot 1 \cdot 1,03 = 33372 \text{ м}^3$$

для шару поліетиленової плівки (площа):

$$F_1 = 1600 \cdot 45 = 72000 \text{ м}^2$$

«пісний» бетон проектних класів – В20, із товщиною 35 см:

$$Q_y = 45 \cdot 0,35 \cdot 1600 \cdot 1 \cdot 1,03 = 25956 \text{ м}^3$$

для піскоцементу класу 40 товщиною 20 см:

$$Q_y = 45 \cdot 0,20 \cdot 1600 \cdot 1,1 \cdot 1,03 = 16315,2 \text{ м}^3$$

для шару синтетичної георешітки (площа):

$$F_1 = 1600 \cdot 45 = 72000 \text{ м}^2$$

Обчислюємо витрати матеріалів для укріплених узбіч, довжиною 1600 м (1,6 км) та шириною 7,5 м:

для цементобетону проектних класів – В_{btb}4,8/60 товщиною 22,5 см:

$$Q_y = 7,5 \cdot 0,225 \cdot 1600 \cdot 1 \cdot 1,03 \cdot 2 = 5562 \text{ м}^3$$

для шару поліетиленової плівки (загальна площа):

$$F_1 = 1600 \cdot 7,5 \cdot 2 = 24000 \text{ м}^2$$

для піскоцементу класу 40 товщиною 77,5 см:

$$Q_y = 7,5 \cdot 0,775 \cdot 1600 \cdot 1,1 \cdot 1,03 \cdot 2 = 10536,9 \text{ м}^3$$

для шару синтетичної георешітки (площа):

$$F_1 = 1600 \cdot 7,5 \cdot 2 = 24000 \text{ м}^2$$

Результати розрахунків зведено до таблиці 8.3.

Таблиця 8.3

Потреба в матеріалах для жорсткого покриття

Найменування конструктивного шару	Товщина шару, см	Одиниці виміру	Кількість матеріалу
			на 1600 м
Для злітно-посадкової смуги			
Цементобетон проектних класів – В _{btb} 4,8/60	45	м ³	33372
Поліетиленова плівка	-	м ²	72000
«Пісний» бетон В20	35	м ³	25956
Піскоцемент оптимальної суміші класу 40	20	м ³	16315,2
Синтетична георешітка	-	м ²	72000
Для укріпленого узбіччя			
Цементобетон проектних класів – В _{btb} 4,8/60	22,5	м ³	5562
Поліетиленова плівка	-	м ²	24000
Піскоцемент оптимальної суміші класу 40	77,5	м ³	10536,9
Синтетична георешітка	-	м ²	24000

8.4. Розрахунок продуктивності бетоноукладальника та необхідний об'єм цементобетону при укладанні монолітного цементобетонного покриття

Дані ділянки, на якій укладається монолітне бетонне покриття:

Ширина ділянки укладання – 45 м;

Довжина ділянки – 2,6 км = 2600 м;

Товщина шару, що укладається – 41 см = 0,41 м.

Для укладання монолітного бетонного покриття приймаємо бетоноукладальник Wirtgen SP1600

Визначаємо продуктивність бетоноукладальника, за формулою (8.2):

$$П = 60 \cdot V_p \cdot (b - a) \cdot h \cdot K_{зв} \cdot K_q \cdot K_{п}, \quad (8.2)$$

$$П = 60 \cdot 5 \cdot (15 - 0,05) \cdot 0,45 \cdot 1,15 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 1479,63 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де V_P – робоча швидкість руху бетоноукладальника Wirtgen SP1600, $V = 5$ м/хв;
 h – товщина шару, що укладається – 0,45 м; b – ширина смуги укладання, $b = 15$ м; a – ширина перекриття суміжних смуг при укладанні шару в декілька смуг, м (приймаємо 0,05 м);

$K_{ч}$ – коефіцієнт використання машини за часом, $K_{ч} = 0,85$ м;

$K_{зв}$ – коефіцієнт запасу на ущільнення (для цементобетону становить 1,15);

$K_{п}$ – коефіцієнт, що враховує перехід від технічної виробності до експлуатаційної ($K_{п} = 0,75$).

Обчислюємо необхідний об'єм цементобетону (m^3), за формулою (8.3):

$$Q = L \cdot B \cdot h \cdot K_{зв}, \quad (8.3)$$

$$Q = 1600 \cdot 45 \cdot 0,45 \cdot 1,15 = 37260 \text{ м}^3$$

де L – довжина ділянки, $L = 1600$ м; B – ширина ділянки укладання – $B = 45$ м;
 h – товщина шару, що укладається – 0,45 м; $K_{зв}$ – коефіцієнт запасу на ущільнення (для цементобетону становить 1,15).

8.5. Влаштування нежорсткого аеродромного покриття з асфальтобетону

Влаштування покриття на ділянках групи «А» виконується з асфальтобетону (щільного дрібнозернистого асфальтобетон, марки І по ДСТУ Б В.2.7-119:2011, тип Б), асфальтоукладальником на гусеничному ході.

До складу робіт входять:

- встановлення копіювальних струн;
- очищення поверхні нижнього шару покриття від пилу та бруду;
- оброблення поверхні нижнього шару покриття бітумною емульсією;
- приймання асфальтобетонної суміші в бункер із автосамоскидів під час руху (не припиняючи укладання);
- транспортування суміші із бункера до робочих органів;
- розподілення суміші по ширині смуги покриття, яка укладається;
- розрівнювання та попереднє ущільнення суміші з автоматичним забезпеченням заданої товщини шару;

- вигладжування та опорядження шару покриття;
- ущільнення суміші;
- зняття копіювальних струн.

Покриття з асфальтобетонних сумішей слід влаштовувати у суху погоду, навесні та влітку при температурі повітря не нижче ніж 5 °С, восени - не нижче ніж 10°С.

Допускається виконувати роботи з використанням гарячих асфальтобетонних сумішей при температурі повітря не нижче ніж 0 °С при дотриманні наступних вимог:

- товщина шару, який влаштовують, повинна бути не менше ніж 3 см;
- асфальтобетонні суміші [52], що застосовують, мають бути приготовлені з поверхнево активними речовинами (ПАР) або з активованими мінеральними порошками.

Рівність покриття та точне дотримання заданого поперечного профілю забезпечується автоматизованою системою асфальтоукладальника.

До початку укладання асфальтобетонної суміші необхідно перевірити наявність паспорта на суміш, в якому повинні бути зазначені: вид суміші, температура, час відправлення, кількість. Щоб уникнути налипання суміші, внутрішні стінки та дно кузова автосамоскида попередньо оброблюють мазутом або нафтою за допомогою спеціальних розпилювачів або вручну.

Вальці котків з цією ж метою необхідно змочувати водою, воднокеросиновою емульсією, сумішшю води з гасом (1:1) або водним 1 % розчином відходів соапетоку. Не дозволяється застосовувати для цього солярове масло або топковий мазут.

Налипання асфальтобетонної суміші на пневматичних шинах котків припиняється при їх нагріванні до температури суміші. Час нагрівання незначний.

Щоб уникнути охолодження пневматичних шин допускаються тільки нетривалі зупинки котків поза смугою ущільнення. Не дозволяється заправляти котки паливом та мастильними матеріалами на асфальтобетонних покриттях.

Асфальтобетонна суміш, яка застосовується у гарячому стані, повинна відповідати вимогам [12] та проектній документації.

До початку влаштування верхнього шару покриття із гарячої асфальтобетонної суміші необхідно:

- підготувати нижній шар покриття;
- підготувати тимчасові під'їзди для доставки матеріалів до місця виконання робіт;
- виконати розбивочні роботи, які забезпечують дотримання проектної товщини, ширини та поперечних похилів покриття;
- забезпечити водовідвід.

Перед укладанням асфальтобетонної суміші (за 1-6 годин), поверхню і нижнього шару асфальтобетонного покриття необхідно очистити від бруду та пилу механічними щітками, стисненим повітрям або іншими засобами і обробити (підґрунтувати) органічним в'язучим: бітумною емульсією ЕКШМ-60, згідно [13] з витратою - 0,5 л/м².

На організацію робіт з влаштування верхнього шару асфальтобетонного покриття з гарячої асфальтобетонної суміші істотний вплив має тривалість транспортування. Це пов'язано з тим, що температура асфальтобетонної суміші на початку ущільнення повинна знаходитися в межах відповідно до вимог [14]. При застосуванні ПАР температура асфальтобетонних сумішей може бути знижена на (10 - 20) °С.

Копірні струни забезпечують роботу асфальтоукладача VÖGELE SUPER 2100-5 (рис.8.5, табл.8.4) в автоматичному режимі, оскільки вони вказують рівень. Вони також є вихідним базисом для встановлення та регулювання робочих органів асфальтоукладальника перед початком роботи. Тому, точність та акуратність виконання усіх операцій під час встановлення копіювальних струн є важливою умовою належної якості робіт.



Рис.8.5. Асфальтоукладач VÖGELE SUPER 2100-5

Таблиця 8.4

Технічні характеристики[15]:

Виробник	Votivo
Країна виробник	Німеччина
Номінальна робоча ширина	2.5 м
Максимальна робоча ширина	5 м
Максимальна товщина мощення	310 мм
Швидкість мощення	25 м/хв
Стан	Б/У
Габаритні розміри	
Довжина	6650 мм
Ширина	2550 мм
Висота	3860 мм
Вага	26000 кг
Характеристики двигуна	
Тип двигуна	Дизельний
Марка двигуна	Cummins QSB 6.7 C 250
Потужність двигуна	252 к. с.
Характеристики ходової	
Тип ходової	Гусеничне шасі

Роботи по влаштуванню верхнього шару покриття із гарячого дрібнозернистого асфальтобетону виконують поточним методом на двох захватках довжиною від 750 м до 800 м кожна.

На першій захватці виконують:

- очищення поверхні верхнього шару основи (нижнього шару покриття) від пилу та бруду;
- обробка поверхні нижнього шару бітумом (бітумною емульсією);
- встановлення копіювальних струн.

Очищення нижнього шару покриття механічною щіткою поливально-мийної машини ПМ-130 виконують за один-два проходи по одному сліду.

Після очищення нижнього шару покриття від бруду виконують розлив бітумної емульсії автогудронатором. Перед розливом машиністи приводять автогудронатор в робочий стан:

- прогрівають розподільчу систему циркуляцією бітумної емульсії;
- встановлюють розподільчі труби на ширину розливу, кратну ширині покриття, яке влаштовують;
- встановлюють розподільчих сопел на ширину розподілу.

Копіювальні струни встановлюють з двох сторін.

Висота струни над верхом покриття повинна бути в межах від 30 см до 125 см (оптимальна висота - від 45 см до 100 см). Довжину ділянки встановлення струн не слід робити більше ніж 800 м. Це максимальна довжина, для якої натяжні лебідки на кожному кінці струни можуть забезпечувати необхідний натяг струни в поздовжньому напрямку. Відстань між стояками приймають рівною 10 м або 15 м. Після встановлення стояків на визначеній ділянці виконують натягування струни у наступному порядку.

Перед першим стояком на відстані від 10 м до 120 м (на 30 см у бік від лінії встановлення стояків) встановлюють барабан, який закріплюють на якорі. З котушки на барабан намотують від 10 м до 12 м струни (запас на можливий обрив) та розкладають струну водовж лінії натягування. В кінці ділянки на відстані від 10 м до 12 м від наступного стояка встановлюють натяжну лебідку,

яку розташовують за 30 см від лінії встановлення стояків. Струну, наскільки це можливо, натягують вручну та прикріплюють її до натяжної лебідки (на барабані лебідки залишають запас довжиною від 10 м до 12 м). Після закінчення натягування струни її положення остаточно коригують в плані й по висоті та закріплюють струбцину на обидва гвинти. Зняття струн здійснюється після закінчення робіт з улаштування покриття.

Контроль якості встановлення копіювальних струн повинен здійснюватися за всіма елементами процесу:

- встановлення нівелірних кронштейнів;
- встановлення стояків;
- натягування струни.

Струна повинна бути натягнута так, щоб її провисання було непомітним. Висота струни по нівелірними рейками повинна бути однаковою.

На другій захватці виконується:

- прийом та укладання асфальтобетонної суміші;
- ущільнення суміші котками;
- зняття копіювальних струн після влаштування покриття;
- демонтаж стояків і нівелірних кронштейнів і доставка їх на нову ділянку.

На початку зміни робочі бригади асфальтобетонників за вказівкою майстра встановлюють огороження та дорожні знаки і кладуть свій інструмент на жаровню для підігріву. Машиніст та помічник машиніста встановлюють асфальтоукладальник у вихідне положення та готують його до укладання суміші: оглядають шнеки та лопаті, трамбувальний брус та пресувальні планки, (їх очищення від залишків застиглої суміші виконують в кінці кожної зміни). встановлюють в робоче положення вібраційну плиту, трамбувальний брус, регулятори товщини конструктивного шару та профілю, живильники.

Вигладжувальну плиту машиніст асфальтоукладальника встановлює в робочий стан та прогріває її від теплового генератора. Просвіт між основою та вигладжувальною плитою повинен бути від 15 % до 25 % більше ніж проектна товщина покриття.

Влаштування верхнього шару покриття асфальтоукладальником на гусеничному ході VÖGELE SUPER 2100-5 однією смугою шириною 11,5 м. Асфальтобетонну суміш, яку транспортують автосамоскидами, вивантажують у приймальний бункер без зупинки укладача.

Завантажена у бункер асфальтоукладальника суміш подається на розподільчу систему шнеками. Під час руху укладальника вперед він зрізає зайвий шар матеріалу та залишає за собою шар суміші потрібної товщини, який частково ним ущільнений. Поверхня, яка сформована і частково ущільнена трамбувальним брусом, вирівнюється вигладжувальною плитою.

Для отримання безперервної та рівної смуги суміш в укладальник слід подавати рівномірно. Під час затримки завантаження бункера сумішню асфальтоукладальник зупиняють, залишаючи частину суміші в бункері до підходу наступного автомобіля-самоскида. При цьому, за температури повітря нижче ніж 15 °С вигладжувальна плита періодично прогривається. Відразу після проходу укладальника перевіряють товщину шару, поперечний похил та рівність поверхні.

Асфальтобетонники усувають дефекти та готують укладену суміш для ущільнення котками: заповнюють пустоти або прибирають залишки суміші на краях смуг, обробляють спряження, усувають нерівності поверхні, раковини. В окремих місцях, де під час укладання суміш розшаровується (по краях смуги відкладається щебінь, а в середині смуги відкладаються дрібні фракції), асфальтобетонники граблями розподіляють щебінь рівномірно по поверхні смуги. Товщину шару контролюють мірником.

Асфальтобетонники (5, 4, 3, 2 розрядів) прямують слілом за асфальтоукладальником та остаточно обробляють поверхню укладеного шару, крайки та шви, а також зарівнюють дефектні місця покриття.

Асфальтобетонних 5 розряду є старшим у бригаді та відповідає за загальну якість робіт. Він бере участь в роботі по опорядженню поверхні покриття та перевіряє якість асфальтобетонної суміші, правильність обробки нижнього шару бітумом (в разі необхідності), контролює товщину шару, дає вказівки

машиністам котків щодо режимів ущільнення. Після ущільнення шару покриття він оглядає готову ділянку та дає вказівки щодо усунення дефектів.

Асфальтобетонник 4 розряду контролює рівність покриття та поперечні похили, зарівнює спряження смуг.

Асфальтобетонники 3 розряду знаходяться біля приймального бункера, приймають суміш у бункер укладальника, очищують кузови автомобілів-самоскидів від залишків суміші.

Одному із асфальтобетонників 3 розряду доручають замір температури суміші в автомобілях-самоскидах та облік суміші, що надходить.

Рівність покриття перевіряють відразу після проходу укладальника, також після одного-двох проходів котка, коли виявляють осідання й нерівності. Рівність перевіряють триметровою дюралюмінієвою рейкою, яку укладають вздовж та поперек смуги. Надлишки суміші розпушують граблями та зрізують лопатою.

Під час укладання суміші необхідно ретельно слідкувати за тим, щоб у місцях спряжень (поздовжні та поперечні шви) товщина свіжоукладеного шару суміші була від 1,5 см до 2,0 см більша сусідньої ущільненої смуги (запас на ущільнення).

Враховуючи те, що асфальтоукладач забезпечує попереднє ущільнення шару покриття із асфальтобетонної суміші до величини коефіцієнту $k = 0,95$, подальше ущільнення продовжують без попереднього застосування легких котків з гладкими вальцями. Ущільнення верхнього шару покриття із гарячої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші виконують у наступній послідовності за кількості проходів котків по одному сліду:

- коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий НАММ HD 110 (рис.8.6), масою 10,6 т - 6 проходів.
- коток самохідний на пневмоколісному ході НАММ HP 180 (рис.8.7) , масою 14,3 т - 8 проходів;
- коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий НАММ HD 130 (рис.8.8), масою 14,2 т - 4 проходи.



Рис.8.6. Коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий НАММ HD 110



Рис.8.7. Коток самохідний на пневмоколісному ході НАММ HP 180



Рис.8.8. Коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий НАММ HD 130

Котки повинні рухатись по покриттю, яке ущільнюється, від країв смуги до середини, при цьому кожний слід від попереднього проходу котка повинен перекриватися при наступному проході не менше ніж на 1/3. Під час ущільнення

смуги необхідно слідкувати за тим, щоб вальці котків не наближались ближче ніж на 10 см до крайки, оберненої до осі (крім спряження). Перші проходи під час ущільнення другої смуги необхідно виконувати по поздовжньому спряженню з раніше укладеною смугою. При наїзді на свіжоукладену смугу коток повинен рухатись ведучими вальцями вперед. Забороняється зупиняти коток на гарячому асфальтобетонному покритті з незавершеним ущільненням.

Окремі дефектні місця на смузі асфальтобетонного покриття (здимання шару, тріщинуватість) окреслюють прямими лініями та вирубують так, щоб борти вирубки були вертикальними, після чого обробляють поверхню вирубки гарячим бітумом, заповнюють її гарячою сумішшю та ущільнюють котком. Потім зрізають напливи суміші, зачищають шви, загладжують їх та знову ущільнюють. Спочатку виконують один-два проходи котка на відстані від 25 см до 30 см від лінії шва, а потім пропускають коток по шву. Після (4 - 5) проходів котка асфальтобетонники гарячою лопатою зрізують залишки суміші та загладжують шов проходом вібротрамбовки. Після ущільнення покриття котками добре вирівняний шов стає непомітним.

РОЗДІЛ 9

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

9.1. Екологічні проблеми наближених до аеропортів територій

Аеропорт та його сервісні служби, є техногенним об'єктом, що має потужний вплив на екосистему. За складом авіаційні забруднення можуть виникати від пересувних та від нерухомих об'єктів так званих – стаціонарних джерел.

До основних дестабілізуючих факторів, які впливають на навколишнє середовище, відносяться:

- забруднення повітря;
- високий рівень шуму на місцевості;
- ерозія ґрунту територій, які знаходяться біля аеродрому;
- забруднення водоймищ;
- забруднення місцевості електромагнітним випромінюванням.

Найбільш вагомими джерелами негативного впливу на навколишнє середовище в аеропортах є:

- авіаційний шум;
- стаціонарні та пересувні джерела;
- електромагнітні поля від радіотехнічних засобів аеродрому;
- тверді та рідкі відходи виробництва та споживання;
- виробничі, господарсько-побутові та зливові стоки.

Шум місцевості в цивільній авіації став особливо гострим з появою важких літаків, оснащених потужними двигунами.

Акустичний фон виникає в результаті технологічних операцій авіаційної техніки, до яких відносять:

- Прогрів та випробування двигунів повітряних суден перед польотом;
- Руління ПС з місця стоянки до злітно-посадкової смуги (ЗПС), та у зворотному напрямку після посадки;
- зліт та посадка літаків.

У сучасного літака один з реактивних двигунів може створювати шум інтенсивністю 130 дБ, а при зльоті літака з великою швидкістю гучність може досягати 150 дБ. Шкідливий вплив на психіку людини і вегетативну нервову систему надає шум всього 60 дБ [16].

На стан людини може впливати хоч відносно невисокий, але постійний шум, через який вона може відчувати дискомфорт, дратівливість, головний біль. Особливо є небезпечним раптовий шум, який порушує психологічний стан людини (при таких процесах, як зліт та посадка, райони трас надзвукових літаків). Поблизу аеропортів подібний шум має високий рівень і може досягати 85 дБ у денний час і 75 дБ у нічний.

Негативний вплив різних джерел авіаційного шуму насамперед посідає операторів, інженерно-технічних працівників виробничих підрозділів аеропорту, і навіть населення зоні дії джерел цього впливу.

Систематичний шум, навіть удвічі менший за допустимий, викликає безсоння, негативно впливає на кровообіг, стимулює розвиток низки професійних захворювань у СА, а також викликає помилкові дії льотного складу в польоті, які зумовлені психологічною нестійкістю, втомою та хворобою.

Значний вплив на довкілля можуть надавати і радіотехнічні засоби аеропорту, до яких відносяться об'єкти управління повітряним рухом, радіонавігації та посадки. Шкідливий вплив на живі організми спостерігається від електромагнітних полів значної напруженості і різної частоти, а саме від наднизьких до ультрависоких та надвисоких частот. До електромагнітних випромінювань, в організмі людини, більш чутливими є: нервова, серцево-судинна, імунна, ендокринна системи [17].

Забруднювачами ґрунту на території аеропортів є тверді (рідкі) відходи виробництва та споживання. Тверді побутові відходи зазвичай збираються в закриті сміттєзбірники, які розміщують на бетонних майданчиках біля аеропорту. Такі майданчики встановлюються біля кожного об'єкта аеропорту і в міру їх заповнення вивозяться на спеціальних полігон для захоронення.

Окремо накопичуються у спеціально відведених для цього місцях, а потім здаються до спеціалізованих фірм твердих відходів виробництва, що підлягають промисловій утилізації та подальшої переробки.

Рідкі відходи, такі як відпрацьовані олії, мастила, відстій палива тощо, збираються у спеціальні ємності та вивозяться на нафтобазу.

Особливо сильний негативний вплив на навколишнє середовище і в першу чергу на ґрунт, води та водойми надають господарсько-побутові, виробничі та зливові стоки. В даний час господарсько-побутові стоки здебільшого потрапляють до міської чи обласної каналізаційну мережу, оскільки найчастіше відповідають необхідним вимогам скидання. Хоча для зниження їх несприятливих впливів на навколишнє природне середовище доцільно передбачати будівництво локальних та загальних споруд біологічного очищення. [18]

Джерелами небезпечного забруднення поверхневого стоку зливових та талих вод, ґрунту та водних об'єктів є сліди господарської діяльності людини на території аеропорту, такі як звалища, сміттєзбірники, накопичувачі відходів та ін.

9.2. Характеристики джерел забруднення в зоні аеропорту

В авіаційній сфері відбувається більше трьохсот технологічних процесів, в яких використовуються 120 видів небезпечних речовин, серед яких:

- 25% – надзвичайно небезпечного та високонебезпечного класу небезпеки;
- 30% – до помірно небезпечного класу небезпеки.

Якщо розглядати класифікацію антропогенних забруднень, можна зробити висновок, що майже всі існуючі види забруднень у тому чи іншому ступені присутні в такій складній техногенній системі, як сучасний аеропорт [19].

Класифікація антропогенних забруднень включає такі види факторів впливу: механічні; фізичні; хімічні; біологічні.

Дані по джерелам забруднення від факторів впливу аеропорту наведені у табл. 9.1, та перелік зон в яких утворюються забруднюючі речовини при виробничих процесах зазначений у таблиці 9.2.

Таблиця 9.1

Джерела забруднення залежно від факторів впливу аеропорту

Група факторів впливу	Перелік джерел забруднення
Механічні	<ul style="list-style-type: none"> - ландшафтна земельна підготовка; - будова та обслуговування руліжних, злітно-посадкових смуг; - будівельні споруди аеропорту та допоміжних служб; - влаштування загороджень, соц-огорож, що захищають периметр територій аеропорту.
Фізичні	<ul style="list-style-type: none"> - шумове забруднення повітряним та наземним транспортом, інформаційним забезпеченням; - теплове забруднення території; - світлове забруднення території; - високочастотні електромагнітні поля від радіотехнічних засобів навігації; - низькочастотне рентгенівське та електромагнітне випромінювання сканнерів.
Хімічні	<ul style="list-style-type: none"> - емісія незгорілих частинок палива від пересувних джерел забруднення атмосфери; - вентиляційні викиди побутових та виробничих приміщень; - виробничі витяжки сервісних виробничих цехів (зокрема приміщень, у яких розташовані пости заряджання акумуляторів); - рідкі та тверді відходи виробництва та споживання різних служб аеропорту; - господарсько-побутові, виробничі та зливові стоки аеропорту.
Біологічні	<ul style="list-style-type: none"> - бактеріальна інфекція, у тому числі особливо небезпечна, спричинена активною міграцією пасажирів з різних континентів; - санітарно-гігієнічні ризики епідеміологічної небезпеки територій з великим скупченням людей місцях загального користування.

Зони в яких утворюються забруднюючі речовини при виробничих процесах

Назва зони	Виробничий процес	Утворені забруднюючі речовини
Ділянка миття рухомого складу	Миття зовнішніх поверхонь	Пил, луги, поверхнево активні синтетичні речовини, нафтопродукти, розчинені кислоти, феноли
Зони технічного обслуговування, ділянка діагностики	Технічне обслуговування	Оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, масляний туман, пил
Електротехнічне відділення	Заточні, ізолюючі, обмоточні роботи	Абразивний та азбестовий пил, каніфоль, пари кислот
Акумуляторна ділянка	Збір, розбирання та заряджувальні роботи	Промивочні розчини, пари кислот, електроліт, шлаки, лужні аерозолі
Відділення паливного обладнання	Регульовані та ремонтні роботи по паливному обладнанню	Бензин, гас, дизельне паливо, ацетон, бензол
Зварювальний відділ	Електродугове та газове зварювання	Оксиди марганцю, азоту, хрому, хлористого водню
Арматурне відділення	Різка скла, ремонт дверей, підлоги, сидінь	Пил, зварювальний аерозоль, дерев'яна таметалевастружка
Ділянка шиномонтажу та ремонту шин	Розбір та збір шин, ремонт покришок та камер, балансуєчі роботи	Мінеральний та гумовий пил, сірчаний ангідрид, пари бензину
Ділянка лакофарбового покриття	Видалення старої фарби, знежирення, нанесення лакофарбового покриття	Пил, пари розчинників, аерозолі фарби, забруднена стічна вода
Стоянки рухомого транспорту	Переміщення одиниць рухомого складу	Оксиди вуглецю, азоту, вуглеводні, попіл, сірчаний ангідрид
Склад паливно-мастильних матеріалів	Отримання, зберігання, видача ПММ	Пари та рідкі розливи палива і мастил

Найбільше забруднення відбувається в зоні аеропортів під час посадки та зльоту літаків, а також при запуску та випробуванні їх двигунів. При роботі силових установок в атмосферу потрапляють різноманітні продукти згоряння

палива. Цей процес називається емісією, у довкілля потрапляє багато оксиду вуглецю та вуглеводневих сполук, а процесі польоту – оксиду азоту.

Авіаційне забруднення, що виникає під час роботи двигунів, є продуктом повного і неповного згоряння палива. Кількість перших (оксид вуглецю CO_2 і H_2O) пропорційно кількості палива, що згорається, і не залежить від режиму роботи двигунів та їх конструкції. Зміст інших (сажа, вуглеводні, водень, оксиди вуглеводнів та інших.) маркується конструкцією двигуна і його роботи. Склад та кількість забруднення повітря авіаційними двигунами визначається також видом та якістю палива, технології виробництва, способу згоряння у двигуні та його технічного стану, зокрема, вмістом у ньому сірки (окису сірки у 20 разів більше, ніж міститься у повітрі).

До складу органічної маси нафтового палива входять дані хімічні елементи: вуглець, водень, кисень, азот та сірка. У негорючу частину палива входять волога та мінеральні домішки. Продуктами повного згоряння палива є вуглекислий газ, водяна пара та діоксид сірки (SO_2) [20].

Неухильне зростання повітряного транспорту призводить до забруднення довкілля продуктами згоряння авіаційного палива. Найбільше забруднення довкілля відбувається у районі аеропортів під час посадки та зльоті літаків, і навіть при прогріві їх двигунів.

Літаки забруднюють приземні шари атмосфери вихлопними газами двигунів поблизу аеропортів, а також верхніх шарів атмосфери на крейсерських висотах. Вихлопні гази авіаційних двигунів становлять 87% всіх викидів цивільної авіації, яких також відносяться викиди в атмосферу від спецтехніки та стаціонарних джерел.

У проміжному шарі атмосфери максимальний вміст забруднюючих речовин спостерігається в районах аеродромів та злітно-посадкових смуг, де при взаємодії з водяною парою та під впливом сонячного тепла утворюється так званий фотохімічний смог, а також різні канцерогени, у тому числі формальдегід, ізобутан та ін. [21].

Дискомфорт ускладнюється забрудненням повітря. У вільній атмосфері збільшення забруднення спостерігається на трасах з інтенсивним рухом і особливо на перехрестях повітряних ліній.

9.3. Заходи та методи зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище

Для вирішення екологічних проблем цивільної авіації насамперед необхідно розробити [22]:

- принципи та методи захисту повітря від забруднення авіаційними двигунами;
- принципи та методи захисту від електромагнітних полів радіочастот аеропортів;
- технології захисту ґрунтів і вод від забруднення стоками аеропортів;
- оптимізаційні схеми управління повітряним рухом на маршруті, в районі аеропортів з урахуванням екологічного стану навколишнього середовища;
- методи кількісної комплексної оцінки екологічного стану підприємств повітряного транспорту.

Щоб дотримуватися допустимих норм забруднення повітря під час експлуатації авіаційного транспорту необхідно дотримуватися наступних заходів [20]:

- санітарно-гігієнічний контроль атмосферного повітря відповідно до встановлених нормативів якості атмосферного повітря в межах та на прилеглих територіях аеропорту;
- заходи (технічні, стратегічні, експлуатаційні, економічні та інші) щодо зниження рівня забруднення атмосферного повітря в межах та на прилеглих територіях аеропорту;
- зонування території навколо аеропорту: встановлення санітарнозахисної зони навколо аеропорту та підтвердження її розмірів розрахунками та вимірами;

- оцінка впливу на навколишнє середовище на предмет дотримання вимог та норм законодавства про охорону навколишнього середовища, раціональне використання та відтворення природних ресурсів, екологічної безпеки.

Реалізація цих заходів ґрунтується на аналізі інформації, отриманої при інструментальних вимірах (моніторингу) вмісту шкідливих речовин у пунктах спостереження та розрахунку (моделюванні) прогнозів рівнів забруднення атмосферного повітря, що виконуються відповідно до чинних нормативів.

Тобто, для вдалого вирішення екологічної проблеми забруднення повітря необхідно передбачити організацію контролю забруднення від двигунів повітряних суден завдяки створенню системи інструментального контролю та розрахункових моделей забруднення атмосферного повітря в аеропорту на межі санітарної зони та прилеглих територій.

Щоб знизити шкідливі викиди до 8 разів, від силових установок ПС необхідно застосовувати такі методи:

- використання присадок до палива, упорскування води;
- розпилення палива;
- збагачення паливної суміші у зоні горіння;
- зменшення часу роботи силових установок землі;
- керування літальних апаратів з декількома вимкненими двигунами.

Також на території аеропорту має бути дві роздільні системи каналізації:

- для господарсько-питних та виробничих стоків;
- для зливових та умовно чистих виробничих стоків.

Стічні води, що не задовольняють вимогам міської системи каналізації, повинні проходити попереднє очищення на території самого аеропорту на локальних очисних спорудах.

Це особливо важливо для стоків від служби автотранспорту, оскільки містять у собі велику кількість різноманітних мастил, нафтопродуктів, різнорідних твердих речовин, а також інших хімічних речовин, що утворюються у процесі обслуговування повітряних суден та інших транспортних засобів. Такі

стоки повинні пройти двоступінчасту систему очищення на сорбційних фільтрах і тільки після цього надходити у стічну мережу аеропорту [23].

Для захисту особового складу аеропорту та людей, які проживають у найближчих до радіотехнічних об'єктів населених пунктах від впливу електромагнітних випромінювань повинні передбачуватись:

- санітарно-захисні зони-площі, що примикають до технічної території передавального радіотехнічного об'єкта;
- зони обмеження забудови навколо об'єктів радіотехнічних засобів – території, на яких на висоті 2 м від поверхні землі інтенсивність електромагнітного випромінювання перевищує гранично допустимі рівні.

Неодмінною умовою організації та впровадження системи моніторингу шумового та електромагнітного навантаження на населення та навколишнє середовище є її технічне та методичне забезпечення у безперервному режимі та інформаційне забезпечення такого моніторингу. Останнє передбачає наявність системи передачі інформаційних потоків відповідних баз даних, що дозволяє як отримувати дані для оперативного реагування на несприятливі зміни, а також збирати інформацію для подальшого аналізу майбутніх рішень.

Система шумового та електромагнітного моніторингу, дозволяє вирішити наступні завдання:

- Виявлення джерел шумового та електромагнітного впливу на навколишнє середовище;
- контроль кількісних значень АС та ЕРС;
- безперервний моніторинг стану навколишнього середовища та змін, що відбуваються в ньому під впливом АС та ЕМП;
- Комплексна оцінка фактичного стану навколишнього середовища; - прогнозування зміни АС та ЕМП та оцінка його прогнозованого стану;
- регулювання та автоматичне реагування на несприятливі зміни (тенденції) навантаження АС та ЕМП на навколишнє середовище; - впровадження організаційно-технічних заходів щодо нормалізації рівнів АС та ЕМП.

Стандарт, що діє, обмежує максимально допустимий рівень шуму на об'єктах поблизу аеропорту до 112 дБ вдень і 102 дБ вночі. З цією метою розроблені та впроваджені держстандарти зі зниження шуму за рахунок удосконалення методики пілотування літаків на зльоті та посадці: заборонено рулювання літаків без буксирування, випробування двигунів у нічний час і поблизу аеродромів, що будуються. Так політ у зоні очікування та посадки літака із затримкою випуску шасі, збільшення висоти входу в посадкову глісаду призводить до зниження шумового ефекту на 10-15%.

9.4. Висновки до розділу

Отже, авіація є джерелом широкого спектра факторів негативного впливу на довкілля, тому актуальним завданням є розробка та впровадження державних нормативних актів, які могли б регламентували розміщення населених пунктів поблизу аеропортів, а також доцільною є розробка заходів та рекомендацій щодо зниження негативного впливу авіатранспортних процесів на навколишнє середовище.

Для аеропорту «Кропивницький» пропонуються такі заходи:

- у галузі охорони атмосферного повітря: щоквартальний контроль екологічних показників в умовах експлуатації повітряних суден - відповідно до вимог; вжити заходів, спрямованих на запобігання викиду Хлорфторвуглеводню (ХФУ) в атмосферу; організувати зберігання палива бензинової групи у підземних резервуарах на базовому складі паливномастильних матеріалів.
- у галузі охорони водного середовища: провести роботи з очищення підземних вод від залишків нафтопродуктів на базовому складі паливномастильних матеріалів; виконувати планові поточні ремонти очисних споруд дощової води та ремонт та очищення магістрального дренажного колектора.

- у сфері поводження з відходами: накопичення твердих побутових відходів у контейнерах; роздільний збір та тимчасове накопичення відходів перед їх передачею іншим суб'єктам господарювання.
- організаційні заходи: забезпечення утримання аеропорту в належному санітарно-екологічному стані та контроль та своєчасна ліквідація наслідків розливів паливно-мастильних матеріалів на перонах, а також контроль ґрунту та води на утримання нафтопродуктів.

РОЗДІЛ 10

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є системою заходів і засобів, які спрямовані на збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі трудової діяльності. Дана галузь базується на законодавчих, директивних та нормативно-технічних документах. Прийняті заходи та рішення, не повинні суперечити діючому законодавству, державним нормативним актам про охорону праці, стандартам безпеки праці, правилам та нормам охорони праці.

Головним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», у якому задекларовані основні принципи державної політики в даній галузі, використання економічних методів управління охороною праці, проведення політики пільгового оподаткування, комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі національних програм з цих питань, досягнень у галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища тощо.

Галузь будівництва завжди була одним із лідерів за рівнем виробничого травматизму. Якщо охорона праці і промислова безпека у будівництві організовані неналежним чином, наслідки можуть бути катастрофічними.

10.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виконанні робіт по влаштуванню жорсткого та нежорсткого покриття

Технологія будівництва цементобетонних покриттів звичайним рельсовим комплектом машин складається із наступних процесів: кінцева підготовка ґрунтової основи; установка копірних струн для переміщення бетоноукладача; розкладка рулонного матеріалу по поверхні основи; заготівля і укладка арматури; транспортування, укладання та ущільнення суміші в покритті; нарізка і заповнення швів; догляд за свіжоукладеним цементобетоном.

При укладанні асфальтобетонного покриття до складу робіт входять: встановлення копіювальних струн; очищення поверхні нижнього шару покриття від пилу та бруду; оброблення поверхні нижнього шару покриття бітумною емульсією; приймання асфальтобетонної суміші в бункер із

автосамоскидів під час руху (не припиняючи укладання); транспортування суміші із бункера до робочих органів; розподілення суміші по ширині смуги покриття, яка укладається; розрівнювання та попереднє ущільнення суміші з автоматичним забезпеченням заданої товщини шару; вигладжування та опорядження шару покриття; ущільнення суміші; зняття копіювальних струн.

На будівельника можуть впливати наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

Рухомі машини і механізми. На будівельному майданчику при спорудженні покриття знаходяться профілювальники, котки, бетоноукладачі, автосамоскиди, крани, бункерні розподілювачі, обробні машини з лопатним валом, ущільнюючим вібробрусом та обробним брусом з вібродошкою, віброзанурювачі, нарізчики і заливальники. Дані машини та механізми можуть заподіяти шкоди життю та здоров'ю людині при їх неправильній експлуатації, не дотримуючись безпечних відстаней між обладнанням та людьми.

Підвищений рівень шуму на робочому місці виникає внаслідок роботи машин та механізмів на будівельному майданчику та при їх русі.

Підвищений рівень вібрації виникає при роботі на профілювальниках, бетоноукладачах, асфальтоукладачах, кранах, автосамоскидах, обробних машинах, котках, віброзанурювачів (загальна вібрація), при роботі з нарізувальником швів (локальна вібрація). Рівень вібрації регулюється нормативом [25], згідно з яким гранично допустимі еквівалентні коректовані рівні локальної вібрації при тривалості зміни 8 годин дорівнюють для віброшвидкості 112 дБ і для віброприскорення 76 дБ. А гранично допустимі еквівалентні коректовані рівні загальної вібрації дорівнюють для віброшвидкості 116 дБ і для віброприскорення 65 дБ. Реальні значення рівнів загальної вібрації для віброшвидкості – 105 дБ та віброприскорення – 63 дБ, локальної вібрації для віброшвидкості – 80 дБ та віброприскорення – 70 дБ, що не перевищують допустимих значень нормативу.

Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони утворюється при виконанні земляних робіт (підготовка ґрунтової основи), приготуванні

заповнювачів швів в установках, при навантажувально-розвантажувальних роботах матеріалів, що мають в своєму складі підвищений вміст пилу (пісок, щебінь) та внаслідок викидів вихлопних газів робочих машин. Даний виробничий фактор регулюється нормативом [26], де гранично допустима концентрація оксидів азоту становить 5 мг/м³, пилу вуглецю - 6 мг/м³, силікатовмісного пилу, силікатів, алюмосилікатів, цементу - 6 мг/м³, оксиду вуглецю – 20 мг/м³. Згідно з вимірами запиленості та загазованості повітря робочої зони на будівельному майданчику концентрація оксидів азоту становить 5 мг/м³, пилу вуглецю – 5 мг/м³, оксиду вуглецю – 18 мг/м³ та силікатовмісного пилу, силікатів, алюмосилікатів, цементу - 6 мг/м³. Результати вимірювань знаходяться в допустимих межах.

Найбільш значимим із вищеперерахованих являється недостатня освітленість робочої зони. Тому потрібно визначити необхідну кількість прожекторів на будівельному майданчику для забезпечення достатньої видимості при спорудженні покриття перону роботі рухомих машин та механізмів для зниження виробничого травматизму і зменшення випадків погіршення здоров'я і розвитку професійних хвороб.

При укладанні асфальтобетонних сумішей будівельники працюють із гарячими матеріалами та сумішами, що несе ризик пошкодження шкіри, а при роботі з асфальтобетонною сумішшю, що містить поверхнево – активні речовини та активатори, є ризик пошкодження органів дихання, та орану зору.

Також можливий ризик при роботі з такими машинами: асфальтоукладачі, котки, бітумовози, авто-гудронатори, ґрунто-змішувальні машини, дорожні фрези.

10.2. Заходи та методи зниження шкідливого впливу на виконавців будівництва аеродромних покриттів

Для зниження впливу шуму на людину використовують такі засоби:

- покращення регулювання руху машин, що рухаються з розосередженням їх місць роботи;
- зниження швидкості руху транспортних засобів;

- удосконалення ходової і моторної частин транспортних засобів;
- при проведенні робіт по нарізанню швів в покритті, робочі, які проводять нарізання, забезпечуються протишумовими навушниками – для захисту органів слуху від дії високочастотного шуму з рівнем 110...120 д.б;
- робітники, які виконують влаштування швів і ті що знаходяться поблизу, забезпечуються протишумовими вкладишами;
- можливе застосування протишумових екранів.

Вплив від підвищеного рівня вібрації знижують засобами індивідуального захисту.

- віброзахисними рукавицями – для захисту рук від дії локальної вібрації під час роботи з пневмо – інструментом;
- важливо постійно робити перерви в роботі з вібруючим обладнанням (кожні 5-10 хв.);
- для захисту тіла необхідні – нагрудники, пояси, спеціальні костюми.
- віброзахисним взуттям та наколінниками – для захисту ніг і всього тіла в умовах підвищеної вібрації.

Індивідуальні засоби захисту для очей повинні включати:

- захисні окуляри з силікатним склом – для захисту органів зору від уламків твердих матеріалів, грубого пилу та бризок неагресивних рідин;
- захисні окуляри з оправою коробчатого типу – для захисту очей від бризок агресивних рідин, а також при обробці металу, дерева, в разі роботи з піском і цементом;
- захисні окуляри з затемненим склом - для захисту очей від сліпучо – яскравого світла дії прямих ультрафіолетових і ультрачервоних променів;

Для зниження впливу запиленості і загазованості повітря робочої зони використовуються такі заходи:

- робочі із захворюваннями дихальних шляхів до роботи по укріпленню ґрунтів цементом не допускаються. Якщо у робочих, зайнятих на цій роботі виявлено подразнення дихальних шляхів, їх негайно потрібно перевести на іншу безпечну роботу до повного одужання. Люди, що

працюють з цементом повинні бути забезпечені щільно прилягаючим спецодягом з пилозахисної тканини (комбінезоном, шлемом, капюшоном), гумовими чоботами, брезентовими рукавицями, респіраторами типу ШБ-1, окулярами в шкіряній оправі і гумовими рукавицями;

- при навантажувально-розвантажувальних роботах робочі повинні знаходитися з навітряного боку;
- при продуванні деформаційних швів стисненим повітрям від компресора робітники повинні мати захисні окуляри і респіратори;
- робочі, зайняті виготовленням і розігрівом мастик, заливкою швів і нанесенням плівко утворюючих матеріалів мають бути забезпечені спецодягом (бавовняними комбінезонами, брезентовими фартухами, захисними окулярами, респіраторами, рукавицями і гумовими чоботами).

Вимоги безпеки праці при влаштуванні покриттів, що пов'язані з використанням дорожньо-будівельної техніки (грейдерів, асфальтоукладчиків, гудронаторів та ін.) .

Під час укладки розподільником щебеню в основу дорожнього покриття на насипах забороняється під'їжджати до бровки земляного полотна ближче 10 м.

При виконанні робіт дорожні робітники та інші особи повинні, по можливості, знаходитися з повітряного боку від працюючих машин (авто бітумовозів, авто гудронаторів, ґрунто-змішувальних машин, дорожніх фрез).

При роботі в нічний час самохідні і причепні агрегати повинні бути обладнані:

- лобовим і загальним освітленням, що забезпечує достатню видимість шляху, по якому переміщується машина чи агрегат, видимість фронту робіт і прилеглих до нього ділянок на відстані не менше 10 м;
- освітлення робочих органів і механізмів управління;
- заднім сигнальним світлом;
- аварійним освітленням.

При роботі комплекту бетоноукладальних машин рух їх має здійснюватися з подачею сигналу і тільки після уходу автомобіля-самоскиду. Вивантаження цементобетонної суміші в бункер бетоноукладача можна виконувати, коли автомобіль-самоскид поставлений на ручне гальмо. Не можна чистити стінки бункера під час переміщення укладача бетону. Відстань між бетонорозподільною і бетононалагоджувальною машинами має бути не менше 10 м. Обслуговуючому персоналу забороняється знаходитися між машинами до їх зупинки, вставати на ущільнюючий і обробний вібробруси і очищувати рельс-форми перед машинами, що рухаються.

Забороняється класти на транспортерну стрічку розподільника лопати, ломи та інші предмети, а також очищати стрічку від налиплого суміші під час роботи машини. Під час роботи машини робітники не повинні знаходитися поблизу гусениць, між консолями, на яких встановлені датчики автоматичних систем, попереду машини, що рухається ближче 5 м, розкидав суміш поблизу шнека. Проводити очищення робочих органів машини допускається тільки після повної зупинки двигуна. Під час роботи з електроприладами одягають діелектричні рукавиці й боти. Вібратори через кожні півгодини вимикають на 5-10 хв для охолодження. Шлангові приводи мають бути підвішені на висоті не менше 2,5 м, а не лежати на готовому бетоні.

З урахуванням конструкції та високого розташування центру ваги фінішера і машини по догляду за бетоном швидкість транспортування не повинна перевищувати на ґрунтовій дорозі 15 км / год, а на дорозі з твердим покриттям - 25 км / год.

При розвантаженні асфальтобетонної суміші в бункер асфальтоукладчика треба дотримуватися таких заходів безпеки:

- самоскиди, що доставили суміш, спиняють за вказівкою бригадира по осі смуги проїзної частини, на відстані 4 – 5 м від укладеної суміші. Після повної зупинки самоскида, робітник вимірює температуру суміші не піднімаючись у кузов;

- подавати автомобіль – самоскид на розвантаження дозволяється тільки по сигналу машиніста асфальтоукладача;
- перед початком руху заднім ходом водій автомобіля зобов'язаний подати звуковий сигнал;
- при вивантаженні суміші з автомобіля в бункер працюючим треба знаходитися не ближче 1 м.

При роботі асфальтоукладальників і котків забороняється.

- знаходитися стороннім особам у зоні дії робочих органів;
- ходити на майданчику управління до повної зупинки машини;
- регулювати роботу ущільнювальних органів;
- залишати без нагляду машини з працюючим двигуном;
- ремонтувати шнеки, живильники та інші механізми.

При укладанні чорних і асфальтобетонних сумішей робітники повинні бути одягнуті у спецодяг, спецвзуття для роботи з гарячими матеріалами і сумішами та мати рукавиці, що передбачені галузевими нормами.

Дорожні робітники при укладанні асфальтобетонних, чорних покриттів і основ повинні зверху спецодягу одягати яскраві сигнальні жилети.

При роботі з асфальтобетонною сумішшю, необхідно користуватися герметичними окулярами і універсальними респіраторами.

10.2.1. Розрахунок від ураження електричним струмом

Об'єкти будівництва характеризуються підвищеним ризиком ураження електричним струмом під час використання електротехнічних пристроїв. Більшість таких пристроїв застосовують на тимчасових місцях, у відкритому середовищі, не захищеному від вологи. Крім того, застосування переносних кабелів, які прокладаються безпосередньо на землі, зумовлює високу ймовірність порушення механічної цілісності їх ізоляції. Нижче наведено розрахунок величини ураження людиною електричним струмом та його наслідки.

Під час дотику людини до проводу , її тіло стає включеним паралельно опору R_1 , проводу та послідовного опору R_2 проводу , отже:

$$U = U_{\text{дот}} + I_2 \cdot R_2 = U_{\text{дот}} + I_{\text{л}} + I_2 \cdot R_2 \quad (10.1)$$

де $U_{\text{дот}}$ – напруга дотику; I_1, I_2 – струм, що протікає через опір ізоляції R_1, R_2 відповідно. Якщо брати до уваги те, що:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{дот}}}{R_{\text{л}}}, \quad I_1 = \frac{U_{\text{дот}}}{R_1} \quad (10.2)$$

де $I_{\text{л}}$ – струм, що протікає через людину при дотику; $R_{\text{л}}$ – опір людини, рівний 1000 Ом. Для визначення напруги дотику використано наступну формулу:

$$U_{\text{дот}} = \frac{U \cdot R_1 \cdot R_{\text{л}}}{(R_1 \cdot R_{\text{л}} + R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_{\text{л}})}, \quad (10.3)$$

де U – напруга живлення, котра дорівнює 115 В.

Застосувавши формули (10.2) та (10.3) виводимо формулу для визначення струму, що протікає через людину (10.4):

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{дот}}}{R_{\text{л}}} = \frac{U \cdot R_1}{(R_1 \cdot R_{\text{л}} + R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_{\text{л}})}, \quad (10.4)$$

Враховуючи, що $R_1 = R_2 = R_3$, де R_3 – опір ізоляція, то для визначення струму, який пройде через людину та напруги дотику виводимо формули (10.5, 10.6):

$$I_{\text{л}} = \frac{U \cdot R_3}{R_3 \cdot R_{\text{л}} + R_3 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_{\text{л}}} = \frac{U \cdot R_3}{R_3 \cdot (R_{\text{л}} + R_3 + R_{\text{л}})} = \frac{U}{2 \cdot R_{\text{л}} + R_3}, \quad (10.5)$$

$$U_{\text{дот}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} = \frac{U \cdot R_{\text{л}}}{2 \cdot R_{\text{л}} + R_3}, \quad (10.6)$$

У даному випадку $R_3 = 6,5 \cdot 10^3$ Ом, тоді струм та напругу, будуть дорівнювати:

$$U_{\text{dot}} = \frac{115 \cdot 1000}{2 \cdot 1000 + 6,5 \cdot 10^3} = 13,53 \text{ В}$$

$$I_L = \frac{115}{2 \cdot 1000 + 6,5 \cdot 10^3} = 13,53 \text{ мА}$$

Величина 13,53 мА отриманого струму є небезпечною для людини, оскільки входить в діапазон від 10 до 20 мА, при якому починається судомі кінцівок. При досягненні величини струму у 100 мА настає параліч дихання що є смертельним для людини.

10.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки на будівельному майданчику

Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику виконується у відповідно до вимог [28, 29, 30]

Небезпечними джерелами пожежі і вибуху на будівельному майданчику є:

- відкритий вогонь і іскри при розігріванні бітуму;
- підвищена температура бітуму;
- несправні нагрівальні прилади, які знаходяться в тимчасових будівлях проживання робітників в холодну пору року;
- неправильна експлуатація електричних мереж;
- електричне і газове зварювання;
- порушення технологічного режиму і правил зберігання горючих матеріалів;
- порушення правил пожежної безпеки.

Пожежна безпека забезпечується:

- системою запобігання пожежі;
- системою пожежного захисту.

Система запобігання пожежі включає наступні заходи:

- інструмент для роботи з асфальтобетонним покриттям з гарячої суміші, підігрівається в пересувні жаровні (на колесах);

- використанні для цих цілей вогнищ забороняється;
- розігрівання і варка бітуму виконується на спеціально відведених майданчиках, які розміщуються не менш ніж 30 м від тимчасових будівель;
- місця варки і розігрівання мастик обносимо земляним валом висотою не менше 0,3 м;
- ведемо постійний контроль за котлами для варки і розігрівання бітумних сумішей, щоб вони не залишалися без нагляду;
- передбачається протипожежні розриви в залежності від вогнестійкості постійних і тимчасових споруд від 8 до 16 м;
- відстань між складами пиломатеріалів і споруд, передбачається не менше 30 м;
- не допускається складання будівельних матеріалів в протипожежних розривах;
- на території будівельного майданчика відводяться місця для куріння, де знаходяться урни і засоби пожежогасіння.

Система пожежного захисту включає заходи:

- існування зв'язку будівельного майданчика з постійними дорогами загального призначення;
- існування дороги, або вільної смуги шириною не менше 6 м для проїзду пожежної машини;
- розташування не більше ніж 25 м від дороги кожної постійної або тимчасової будівлі для зручності під'їзду на випадок виникнення в них пожежі;
- забезпечуємо будівельний майданчик водними запасами до початку основних будівельних робіт;
- пожежні гідранти розташовуємо з інтервалом не більше 100 м і не далі ніж 2 м від дороги;

- на території будівельного майданчика розташовуємо протипожежні щити, які обладнані таким чином: сокира - 1 шт., лопати і лопати - 2 шт., багри залізні - 2 шт., відра - 2 шт, вогнегасники - 2 шт.

Пожежі можуть виникати при замиканні в електромережі, напрузі перса або механічному пошкодженні. Особливим джерелом можливих пожеж є статична електрика, що виникає при зливанні палива в ємкості складів, заповненні паливозаправником на заправці повітряних суден.

Для реалізації цілей пожежогасіння проектом передбачено застосування установок:

- водяного пожежогасіння - пересувні установки з утворенням піни в повітряно-пінних стволах чи піно генераторах;
- пожежогасіння газовими вогнегасники розчинами.

Вода застосовується для гасіння у всіх випадках, крім випадків загорання нафтопродуктів, а також при пожежах на електроустановках (застосовують двоокис вуглецю). Повітряно-механічна піна застосовується для гасіння нафтопродуктів (ПММ).

Для попередження вибуху необхідно вилучити утворення вибухонебезпечного середовища і джерела ініціювання вибуху.

10.4. Інструкція з охорони праці на будівельному майданчику

Основними задачами керівників та інженерно-технічних працівників об'єктів будівництва в галузі техніки безпеки і оздоровлення праці робочих є:

- створення безпечних умов праці на виробництві;
- боротьба з причинами, що викликають виробничий травматизм;
- контроль за виконанням законодавства, правил техніки безпеки і промислової санітарії, укріплення виробничої дисципліни праці.
- відповідальність за станом охорони праці і техніки безпеки на окремих ділянках і на об'єктах будівництва покладена на технічних керівників – головного інженера і начальника управління.

На начальника управління покладена організація:

- своєчасного забезпечення коштами заходів по техніці безпеки і промислової санітарії;
- забезпечення робочих безпечними методами праці;
- забезпечення робочих якісною питною водою, побутовими приміщеннями тощо;

Головний інженер будівництва зобов'язаний:

- здійснювати загальне керівництво і виконання на об'єкті заходів з техніки безпеки;
- інструктувати і перевіряти знання технічних керівників ділянок в галузі техніки безпеки;
- включати до проекту виконання робіт заходи щодо охорони праці;
- забезпечувати будівництво правилами, інструкціями і плакатами по техніці безпеки і виробничої санітарії;
- вести облік виробничого травматизму і розробляти заходи щодо його усунення.

Всі робітники повинні проходити відповідний інструктаж щодо техніки безпеки. Робітників, які не пройшли інструктаж категорично заборонено допускати до роботи.

При влаштуванні будівельно-монтажних робіт при влаштуванні шляхопроводу транспортної розв'язки треба обов'язково дотримуватись вимог правил техніки безпеки у відповідності з нормативними документами [24] та інших чинних інструкцій по безпечному веденню окремих специфічних видів робіт, експлуатації дорожніх машин, устаткування та механізмів, а також автотранспорту.

Будівельний майданчик повинен бути обладнаний санітарно-побутовими приміщеннями у відповідності з нормами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України. Зокрема, майданчик повинен бути обладнаний інвентарними: вагон-виконробська, вагон для обігріву та прийому їжі працюючими, вбиральнею. На майданчику повинно бути приміщення або куточок для розміщення аптечки з медикаментами, медичними шинами та

іншими засобами необхідними для надання першої допомоги потерпілим, а також протипожежним інвентарем (сокири, багри, відра, вогнегасники, ящики з піском та ємності з водою). Будівельні машини та механізми повинні бути обладнані вогнегасниками [24].

При проведенні робіт необхідно дотримуватись правил протипожежної безпеки згідно вимог [27]. Типове положення про інструктаж, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах і організаціях України, пункти:

1. Загальні положення.
2. Протипожежні інструкції.
3. Спеціальне навчання та перевірка знань працівників, зайнятих на роботах з підвищеною пожежною небезпекою.

Проектом виробництва робіт повинні бути передбачені конкретні технічні рішення по створенню умов для безпечного виконання робіт в цілому, а також на робочих місцях.

10.5. Висновки до розділу

У даному розділі було розглянуто небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виконанні робіт по влаштуванню жорстких та нежорстких аеродромних покриттів, а також шляхи та методи їх вирішення. Був виконаний розрахунок пов'язаний з ураженням людини електричним струмом під час використання електротехнічних пристроїв на будівництві. Розглянуті заходи по забезпеченню пожежної та вибухової безпеки, а також була складена інструкція з охорони праці на будівельному майданчику.

РОЗДІЛ 11
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Таблиця 11.1

Техніко-економічні показники

Назва показників	Одиниці виміру	Показник
Вид будівництва	Реконструкція	
Загальна орієнтовна кошторисна вартість будівництва, у тому числі:	Тис. грн.	22376280,954
будівельні роботи	Тис.грн.	16439565,456
устаткування	Тис. грн.	1005882,696
Інші витрати	Тис. грн.	5230832,802
Площа аеродромного комплексу	га	450 (орієнтовно)
ЗПС №1	м ²	168000
ЗПС №2	м ²	132000
Руліжні доріжки	м ²	23048
Перон пасажирський	м ²	70500
Перон вантажний ПВ1	м ²	35500
Перон вантажний ПВ2	м ²	41300
Вертолітний майданчик	м ²	6400
Майданчики зберігання літаків	м ²	233600
Майданчики зберігання гелікоптерів	м ²	24000
Парковка легкових автомобілів	м ²	45000
Парковка вантажних автомобілів	м ²	16300
Зона розвантаження грузів	м ²	33600
Під'їзна дорога шириною 12 м	м	1900
Під'їзна дорога шириною 7 м	м	1500
Внутрішні технологічні дороги шириною 6 м	м	2600
Аеровокзал з пасажирськими терміналами	м ²	66000
Вантажно-митний термінал із складами тимчасового зберігання	га	3,1
Складські приміщення	га	3,4
Вокзал вертодрома	м ²	4000
Індустріальний парк	га	10
Службово-технічна територія	м ²	50000

ВИСНОВКИ

Було розкрито проблематику конструювання покриттів існуючого аеродрому кодове позначення якого за ІСАО – «3С» (Як-40, Ан-24, SAAB 340), а класифікаційне число жорсткого армобетонного покриття ЗПС – 12/ R/C/X/T, що вказує на обмеженість в експлуатації літаків з вищими показниками (B737-900, B737-800, A321-100). Тому були розглянуті варіанти посилення існуючих або будівництво нових аеродромних покриттів, з яких було обрано «Варіант №1 – розбирання існуючого покриття з будівництвом нового», який включає типи жорсткого та нежорсткого покриття.

Також були розглянуті приклади випробовування будівельних матеріалів для жорсткого та нежорсткого покриття, наприклад, випробування асфальтобетонних сумішей та асфальтобетонних зразків (кернів), визначення міцності бетону (бетонних кубів).

Було запроєктовано генеральний план аеропорту, де показано параметри елементів аеродрому відповідно до [34].

Також запроєктовано поздовжні та поперечні профілі для жорсткого та нежорсткого покриття з урахуванням рекомендованих ухилів згідно з [34].

Поперечний ухил ЗПС становить 15 %, а максимальний поздовжній – 10%. Поперечні ухил узбіч, ЛС та спланованої частини – 25 %.

Здійснено проектування плану вертикального планування для двох типів покриттів (жорстке та нежорстке), з рекомендованими ухилами відповідно до

Виконаний розрахунок жорсткого двошарового бетонного покриття та нежорсткого асфальтобетонного покриття на дію навантаження від повітряних суден: B737-900, B737-800, A321-100, який підтвердив, що для обраних конструкцій аеродромних покриттів виконуються умови міцності, відповідно до [3].

Максимальний згинальний момент відповідно до розрахунку жорсткого аеродромного покриття становить: для верхнього шару – 119,47 кН·м/м, для

нижнього шару – 41,45 кН·м/м, а гранично допустимий для верхнього – 125,38 кН·м/м, для нижнього – 53,93 кН·м/м. Умова міцності забезпечується.

Розрахунковий відносний прогин відповідно до розрахунку нежорсткого аеродромного покриття від одноколісного еквівалентного навантаження 0,0075, а граничний відносний прогин покриття для суглинку пилюватого складає – 0,0076. Найбільше розтягуюче напруження при згині в шарі від розрахункового навантаження складає 1,66 МПа, а розрахунковий опір щільного асфальтобетону із суміші І марки на розтяг при згинанні – 2,4 МПа. Перевірка прогину покриття та міцності асфальтобетонних шарів покриття на розтяг при згинанні – пройдена.

Було розкрито технологію улаштування цементобетонного та асфальтобетонного покриття, з розрахунком кількості використаних матеріалів.

Перелік робіт:

При укладанні цементобетонних покриттів звичайним рельсовим комплектом машин: кінцева підготовка ґрунтової основи; установка копірних струн для переміщення бетоноукладача; розкладка рулонного матеріалу по поверхні основи; транспортування, укладання та ущільнення суміші в покритті; нарізка і заповнення швів; догляд за свіжоукладеним цементобетоном.

При укладанні асфальтобетонного покриття: встановлення копіювальних струн; очищення поверхні нижнього шару покриття від пилу та бруду; оброблення поверхні нижнього шару покриття бітумною емульсією; приймання асфальтобетонної суміші в бункер із автосамоскидів під час руху (не припиняючи укладання); транспортування суміші із бункера до робочих органів; розподілення суміші по ширині смуги покриття, яка укладається; розрівнювання та попереднє ущільнення суміші з автоматичним забезпеченням заданої товщини шару; вигладжування та опорядження шару покриття; ущільнення суміші; зняття копіювальних струн.

Також були проаналізовані джерела забруднення в зоні аеропорту та заходи та методи зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище. Розглянуто небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виконанні робіт з улаштування

жорстких та нежорстких аеродромних покриттів та шляхи та методи їх вирішення.

Відповідно до розробленого проєкту МА «Кропивницький»: загальна орієнтовна кошторисна вартість будівництва складає 22376280,954 тис.грн., а площа аеродромного комплексу – 450 га.

Також було виявлено що термін дії сертифіката аеродрому Кіровоград (оновлена назва «Кропивницький») закінчився 31.01.23, тобто даний аеродром потребує нової сертифікації.

Список використаної літератури та джерел

1. СЕРТИФІКАЦІЙНІ ВИМОГИ ДО ЦИВІЛЬНИХ АЕРОДРОМІВ УКРАЇНИ. Посилання: <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Sertifikatsijni-vimogi-do-tsivilnih-aerodromiv.pdf>
2. Інструкція з експлуатації аеродромів державної авіації України / затв. Наказ МО України 01.07.2013 № 441 (у редакції наказу МО України 23 вересня 2020 року № 348)
3. СНиП 2,05.08-85 «Аеродроми»
4. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань
5. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками
6. ДСТУ – Н Б В.2.3-36:2016 Настанова з влаштування жорсткого одягу
7. Толмачев С. Н. Будівництво автодоріг із цементобетонним покриттям в Україні – реальність сьогодення / С. Н. Толмачев // Автошляхових України. – 2013. – №4. – С. 36 - 40
8. Каталог бетоноукладальників виробника https://www.wirtgen-group.com/binary/full/o4562v77_W_brochure_SP61_SP64i_World_0419_V1_EN.pdf
9. <https://budtehnika.pp.ua/269-rozpodlnik-plvkoutvoryuyuchih-materalv-ds-105-ds-105a.html>
10. <https://promtovari.com.ua/ua/almaznyj-instrument-ua/shvonarezchyk-ua/shvonarezchyk-cedima-cf-6020-ua>
11. <https://strassmayr.com/ua/products/strassmayr-rwk-600-500-h/>
12. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови
13. ДСТУ Б В.2.7-129:2013 Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови
14. СНиП 3.06.06-88. Аеродроми
15. <https://hydrolider.com.ua/ua/p1421037531-asfaltoukladchik-voegele-super.htm>

16. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 09.03.2006 року № 108 «Про затвердження Інструкції про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців»
17. Recommendations of the eighth meeting of the Committee on Aviation Environmental Protection. AIRPORTS' VIEW OF NEW NO_x STRINGENCY STANDARD. – Montreal: CAEP/8-WP/61, February, 2010. – 3 p.
18. Глыва В.А., Перелёт Т.Н., Левченко Л.А. Электромагнитная обстановка и влияние на неё гармоник магнитного поля промышленной частоты. Безопасность человека в современных условиях: Материалы VI Международной научно-методической конференции, 4–5 декабря 2014 г.: Харьков, 2014. С.103– 05.
19. ICAO Doc 9646-AN/943. Engine Exhaust Emissions Databank. 27.01.2012. [Електронний ресурс]. <http://easa.europa.eu/environment/edb/aircraft-engineemissions.php>.
20. Проблеми забруднення атмосферного повітря при експлуатації аеропортів цивільної авіації: брошура / [О. Запорожець, К. Синило, К. Ульянова, А. Крупко, В. Паращанов]; за ред. К. Синило. – Київ : НЕЦУ, 2018. – 20 с.
21. Постанова КМУ від 13 грудня 2001 р. № 1655 «Про Порядок ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря»
22. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – Київ, ДБН 360-92, 1992 р.
23. Глыва В.А., Перелёт Т.Н., Левченко Л.А. Электромагнитная обстановка и влияние на неё гармоник магнитного поля промышленной частоты. Безопасность человека в современных условиях: Материалы VI Международной научно-методической конференции, 4–5 декабря 2014 г.: Харьков, 2014. С.103– 05.
24. ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у виробництві. Основні положення»

25. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
26. Наказ МОЗ від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони».
27. Закон України «Про охорону праці».
28. Закон України «Про пожежну безпеку».
29. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні.
30. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
31. НПАОП 0.00-1.50-74. Правила техніки безпеки при користуванні виробами, що містять вибухові речовини (НАОП 1.4.74-1.09-74).
32. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті
33. Дос 9157 Інструкція по проектуванню аеродромів частина №1.
34. Додаток 14 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію ІКАО. Том І. Проектування та експлуатація аеродромів.
35. Інформація по сертифікації аеродромів Державною авіаційною службою України. Посилання: <https://avia.gov.ua/aeroporti-2/sertifikatsia-aerodromiv/>
36. Технологія будівництва та капітального ремонту аеродромів: навч. посібник / М.Т. Кузло, А.О. Белятинський С.Ю. Тімкіна О.М. Дубик. – К.: НАУ, 2019. – 180 с.
37. Aircraft Classification Numbers (ACN)/ Pavement Classification Number (PCN) 4 June 2007.
38. AC 150/5070-6B - Airport Master Plans.
39. AC 150/5300-13B Airport Design, dated September 28, 2012.
40. AC 150/5370-10H - Standard Specifications for Construction of Airports.
41. АЕР-46А. НАТО Aircraft Classification Numbers (ACN)/ Pavement Classification Number (PCN). 4 June 2007.
42. Airport Development Reference Manual (ADRM) 12th Edition 2022 (Довідкове керівництво з питань розвитку аеропортів. Видання 12 2022).

43. Doc 9157 Aerodrome Design Manual - Part 3 - Pavements 3rd Edition - 2022 (Unedited) (Керівництво по проектуванню аеродромів. Частина 3 Покриття. Видання третє, 2022 без змін).
44. Doc 9157 Aerodrome Design Manual - Part 6 - Frangibility 1st Edition, 2006 (Керівництво з проектування аеродромів. Частина 6 Ламкість. Видання перше, 2006).
45. Doc 9157 Aerodrome Design Manual - Runways - Part 1 4th Edition, 2020 (Керівництво по проектуванню аеродромів. Частина 1 Злітно-посадкові смуги. Видання четверте, 2020).
46. Doc 9184. Airport Planning Manual - Part I - Master Planning 2nd Edition 1987 (Керівництво по проектуванню аеропортів. Частина 1. Генеральне планування. Видання друге 1987).
47. UFC 3-260-01. Планування та проектування аеродромів та вертолітних майданчиків.
48. UFC 3-260-02 Проектування аеродромних покриттів для аеродромів.
Агєєва Г. М. Науковий супровід будівництва та реконструкції аеродромів / Г. М. Агєєва // Современные проблемы строительства. – 2009. – № 7 (12). С. 28–32.
49. ДБН Б.1.1 -14-2012 «Склад і зміст детального плану територій».
50. ДБН Б.1.1-13:2012 «Склад та зміст містобудівної документації на державному та регіональному рівнях».
51. ДСТУ Б В.2.7-116-2002 «Матеріали герметизуючі для швів аеродромних покриттів».
52. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
53. Наказ Міністерства оборони України від 13.04.2020 № 121 «Про внесення змін до Правил визначення придатності до експлуатації аеродромів та злітно-посадкових майданчиків Державної авіації України».
54. Наказ Міністерства оборони України від 23.09.2020 № 348 «Про внесення змін до Інструкції з експлуатації аеродромів Державної авіації України».

55. Організація експлуатації аеродромів авіації Збройних Сил України/ під ред. Б.Й.Семона: Підручник. К.: НУОУ, 2008. 353с.зальною ред.
56. Постанова Кабінету Міністрів України від 06.12.2017 № 954 «Про затвердження Положення про використання повітряного простору України».
57. Проєктування та будівництво аеродромних комплексів : монографія / За заг. ред. Карпова В. В. Херсон : Олді+, 2022. 336 с.
58. Родченко О. В. Вдосконалення методики розрахунку жорстких покриттів аеродромів у діючих нормах проєктування / О. В. Родченко // Будівництво України. – 2007. – № 8. – С. 31–36.
59. Родченко О. В. Вплив сучасних та перспективних літаків на двошарові та одношарові жорсткі покриття аеродромів / О. В. Родченко // Будівництво України. – 2007. – № 9. – С. 36–40.
60. «Технічне завдання на будівництво та облаштування аеродромних ділянок доріг», затверджене ТВО командувача ПС ЗСУ 15.02.2016.
61. Белятинський А.О., Першаков В.М., Талах С.М., Дубик О.М. Визначення напруженодеформованого стану жорстких аеродромних покриттів від багатоколісного навантаження надважкого літака / Белятинський А.О., Першаков В.М., Талах С.М., Дубик О.М. // Вісник ХНАДУ. – Харків: ХНАДУ, 2020. – №89. – С. 59 – 66. (https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/bitstream/123456789/2980/1/07_V89.pdf)
62. Дубик О.М. Аналіз методів та технологій ремонту цементобетонних аеродромних покриттів / О.М. Дубик // Airport Planning, Construction and Maintenance Journal, 1. 2023. P. 25-32.
63. Дубик О.М. Про актуальність розроблення положень та методик оцінки стану та відновлення аеродромних покриттів / О.М. Дубик // Airport Planning, Construction and Maintenance Journal, 2. 2023. P. 38-50.