

В. М. Першаков, А. О. Белятинський,
Т. В. Близнюк, Н. Г. Семироз



ВЕРТОДРОМИ

монографія

Київ 2014

**В. М. Першаков, А. О. Белятинський,
Т. В. Близнюк, Н. Г. Семироз**



ВЕРТОДРОМИ

МОНОГРАФІЯ

2014

Рецензенти:

А. І. Білеуш – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник інституту Гидромеханіки НАН України;

А. Я. Барашиков – доктор технічних наук, професор, зав. кафедрою залізобетонних та кам'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури;

О. В. Шимановський – доктор технічних наук, професор, генеральний директор інституту Укрсталькон ім. В. М. Шимановського;

Ю. М. Сагидаєв – кандидат технічних наук, с.н.с., зам. директора з наукової роботи інституту Укроепроєкт.

Рекомендовано до опублікування вченою радою Національного авіаційного університету (протокол №10 від 18.12.2013р).

П 279 Першаков В. М., Бєлятинський А. О.,

Близнюк Т. В., Семіроз Н. Г.

Вертодроми: Монографія. – К. : Видавництво НАУ, 2014. — 370 с.

ISBN 978-966-2071-22-1

У монографії приведений огляд досвіду використання та експлуатації сучасних вертолетів та вертодромів СНГ та світу, роль України в розвитку вертолітного транспорту, перспективи розвитку будівництва вертодромів в Україні.

Викладені особливості методів розрахунку, конструювання та експлуатації вертодромів та вертолітних майданчиків. Розглянуто також вимоги, діючі інструкції та настанови по проєктуванню, будівництву та експлуатації вертодромів та вертолітних майданчиків.

Монографія розрахована на наукових та інженерно-технічних фахівців, співробітників науково-дослідних, проєктних, будівельних організацій, а також аспірантів і студентів будівельних та авіаційних вищих навчальних закладів і факультетів.

П 279 Pershakov V. N., Beljatynskij A. O.,

Bliznyuk T. V., Semyroz N. G.

Вертодроми: Monograph. — К. : Publishing house NAU, — 2014. — 370 с.

ISBN 978-966-2071-22-1

The monograph describes the experience of world's usage of modern helicopters and heliports, the role of Ukraine in the development of helicopters transport, development prospects of heliport design in Ukraine.

The features of calculation, design methods and maintenance of heliports and helipads are presented. Different design guides and requirements on construction and exploitation of heliports and helipads are also given.

The monograph is intended for research and engineering - technical assistants, employees of research, project and building organizations, and also for post-graduate students and students of higher building institutes and faculties.

© В. М. Першаков, 2014

ISBN 978-966-2071-22-1

НАУ, 2014

ЗМІСТ

ВСТУП		5
1	СУЧАСНІ ВЕРТОЛІТИ	13
1.1	Гвинтокрилі літальні апарати	13
1.2	Вертольоти широкого спектру використання	26
1.3	Роль України в розвитку вертолітного транспорту, перспективи розвитку вертолітобудування в Україні	33
1.4	Гвинтокрили	40
1.5	Військові вертольоти	43
1.6	Перспективи вертолітобудування, основні тенденції	68
2	ОГЛЯД ДІЮЧИХ ВЕРТОДРОМІВ СВІТУ. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВЕРТОДРОМІВ	70
2.1	Огляд діючих вертодромів	70
2.2	Сучасні технології в будівництві вертодромів	84
2.3	Експлуатація вертодрома	88
3	ВЕРТОЛІТНІ СТАНЦІЇ ТА ВЕРТОДРОМИ	94
3.1	Розвиток вертолітобудування	94
3.2	Особливості проектування та експлуатації вертодромів та вертолітних майданчиків	96
3.2.1	Здійснення злітно-посадочних операцій вертольотом	112
3.2.2	Планування вертодромів	117
3.2.3	Обладнання й утримання вертодромів	122
3.3	Вплив погодних умов на роботу вертодрому	127
3.4	Області застосування вертолітних майданчиків	131
3.5	Вертолітні майданчики приватних вертодромів	142
4	ПОКРИТТЯ ВЕРТОДРОМІВ	144
4.1	Вертодромні покриття. Призначення та загальні вимоги до покриттів	144
4.2	Класифікація та область застосування покриттів	147
4.3	Жорсткі покриття	150
4.4	Нежорсткі покриття	155
4.5	Тимчасові покриття	167
4.6	Покриття вертодромів на даху	176
4.7	Типові конструкції покриття вертодрому	177
4.8	Теоретичні основи розрахунку покриттів вертолітного майданчика	180
4.9	Основи розрахунку покриття із використанням програмного комплексу FEAFAA	182
4.10	Моделювання жорсткого вертодромного покриття із використанням програмного комплексу ЛІРА	186
4.11	Особливості моделювання напружено-деформованого стану мобільних аеродромних покриттів	188
4.11.1	Напруження та зусилля в мембрані. Рівняння рівноваги	192
4.11.2	Диференційне рівняння вигнутої поверхні мембрани	196
5	ВИМОГИ ДО ВЕРТОЛІТНИХ МАЙДАНЧИКІВ	199
5.1	Загальні відомості	199
5.2	Особливості льотної роботи вертольотів, що визначають вимоги до майданчиків	207
5.3	Елементи вертодромів і посадочних майданчиків, їх розміри та	211

	обладнання	
5.4	Вибір земельних ділянок під аеродроми і майданчики	219
5.5	Вибір типу штучного покриття вертодрому	221
5.6	Приватні вертолiтнi майданчики	233
5.7	Обґрунтування оптимальних планувальних рiшень вертодромiв та посадочних майданчикiв	262
5.8	Охорона навколишнього середовища	266
5	ІНСТРУКЦІЯ ПО БУДІВНИЦТВУ, РЕЄСТРАЦІЇ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ ПОСАДОЧНИХ МАЙДАНЧИКІВ ВЕРТОЛЬОТІВ	271
6.1	Основні положення	271
6.2	Терміни і визначення	273
6.3	Вибір ділянки	274
6.4	Розміри елементів посадочних майданчиків та смуг повітряних підходів	275
6.5	Конструкція посадочного майданчика	279
6.6	Обладнання посадочного майданчика	280
6.7	Навантажувально-розвантажувальні роботи	284
6.8	Допуск до експлуатації	285
6.9	Організація польотів і контроль експлуатаційного стану	286
7	ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРТОДРОМІВ ТА ПОСАДОЧНИХ МАЙДАНЧИКІВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ	288
7.1	Основні визначення і загальні положення	288
7.2	Постійні вертодроми та посадочні майданчики	291
7.3	Тимчасові вертодроми та посадочні майданчики	314
7.4	Маркування вертодромів та посадочних майданчиків	315
7	ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ МЕРЕЖІ ВЕРТОДРОМІВ ТА ПОСАДОЧНИХ МАЙДАНЧИКІВ В МІСТАХ УКРАЇНИ	327
8.1	Актуальність принципів розміщення вертодромів та посадочних майданчиків в містах	327
8.2	Планувальна організація посадочних майданчиків (гелікортів) в структурі громадських та житлових будинків.	331
8.3	Використання вертольотів при пожежах хмарочосів	337
8.4	Використання гелікоптерів для екологічного та екстремального туризму в зоні підвищеної радіації	341
8.5	Новітні тенденції в розвитку вертольотного транспорту в містах	343
	ПІСЛЯМОВА	344
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	346
	ДОДАТКИ	
(на окремому диску)	А. Вертодроми (презентація)	
	Б. Вертольоти, вертодроми	
	В. Використання гелікоптерів для екологічного та екстремального туризму в зоні підвищеної радіації	
	Д. Альтернативне вирішення екологічних проблем транспортних потоків міста	

ВСТУП

Вертодром (вертолітна станція або геліпорт). Представляє собою невеликий аеропорт, який призначений для обслуговування виключно вертольотів. В геліпортах звичайно є одна або декілька вертолітних площадок, а також необхідна інфраструктура – заправка, освітлення, вітропоказник, а також ангари. В великих містах в геліпортах може знаходитися також таможня. Звичайно геліпорти знаходяться ближче до центру міста, ніж аеропорт, що дає переваги в швидкості пересування пасажирів до пункту призначення.

Вертолітні площадки частіше обладнують біля лікарень, де вони потрібні для прискорення термінової доставки пацієнтів з травмами і для прийому пацієнтів з віддалених регіонів, де нема лікарень потрібного рівня. В місті вертолітні площадки звичайно розташовані на даху лікарень.

Маркування. Геліпорти не мають ніякої орієнтації і не мають стандартного маркування як злітно-посадкові смуги. В американській практиці вказують максимальну допустиму вагу вертольота в тис. фунтів. Таким чином, цифри «12» в колі означають, що максимальна вага вертольота, який може здійснювати посадку – 12000 фунтів.

Освітлення. Геліпорт зазвичай позначено одним освітленим колом або квадратом навколо площадки TLOF (англ. touchdown & lift-off area) для приземлення і зльоту – навколо повної області приземлення FATO (англ. final approach & takeoff area). ICAO и FAA рекомендують зелений колір для світлового маркування обох майданчиків. Попереднім стандартним кольором був блакитний і він ще використовується. В залежності від власника і юрисдикції колір може розрізнятися. Вогні TLOF и FATO можуть бути доповнені поверхневими широкими смугами світла. Вітропоказник завжди повинен бути підсвіченим. Візуальні системи курсу (типа NAPI, PAPI) рекомендуються ICAO и FAA, але рідко встановлюються через високу вартість відносно решти систем освітлення.



Вертолітна площадка – земельна ділянка, площадка на будівлі, судні та ін., обладнана для зльоту, посадки и обслуговування вертольотів. Вертолітні площадки розрізняють по місцю розташування (наземні, на дахах будівель, на судні,

на платформі вантажного автомобіля и др.) і часу експлуатації (постійні і тимчасові).

Наземні вертолітні площадки для постійної експлуатації, а також вертолітні площадки на дахах будівель мають бетонне або асфальтобетонне покриття, руліжні доріжки і обладнані засобами для експлуатації вертольотів (ємностями для палива і мастильних матеріалів, джерелами електроенергії, метеорологічним і радіотехнічним обладнанням для забезпечення польотів та ін.). Наземні вертолітні площадки для сезонної експлуатації, наприклад для проведення сільськогосподарських робіт за допомогою вертольотів (підкормка посівів, боротьба с шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур), обладнані простіше. Їх будують з бетонних плит и обладнують покажчиком напрямку і сили вітру, навісом для охорони наземного обладнання, інструмента і отрутохімікатів. Паливо и мастильні матеріали завозять в бочках.

Судові вертолітні площадки для постійної експлуатації розділяють на майданчики одиночного та групового базування. В останньому випадку на палубі судна-вертолітоносця розташовують кілька злітно-посадкових площадок для одночасного базування вертольотів. В СРСР в 50-х рр. 20 століття для вертольотів Ка-10 на платформі вантажного автомобіля була зроблена пересувна вертолітна площадка із необхідним запасом палива и мастильних матеріалів, ящиками для обладнання, інструмента и запасних частин. Вона забезпечувала зліт та посадку вертольота і на зупинці, і на ходу.

Загальне число вертолітних аеропортів в державах світу з твердим покриттям злітно-посадочних смуг, вертолітних площадок і місць посадки, які мають наступні умови по обслуговуванню та наданню технічної підтримки, в тому числі один або декілька з наступних об'єктів: освітлення, паливо, служби обслуговування пасажирів. Геліпорти це аеропорти, які використовуються тільки для вертольотів, з розрахунку виключаються майданчики з обмеженнями по погодним умовам та штучні площадки, які, в принципі, могли б забезпечити посадку и зліт вертольота.

Таблиця 1

Кількість діючих вертодромів в світі (на 2007 р.)

Країна	Кількість геліпортів	Країна	Кількість геліпортів
Австралія	1	Люксембург	1

Австрія	1	Макау	1
Афганістан	9	Малайзія	2
Албанія	1	Мексика	1
Алжир	2	Монако	1
Антарктика	53	Монголія	1
Аргентина	1	Чорногорія	1
Азербайджан	1	Марокко	1
Багами	1	Голландія	1
Бахрейн	1	Нова Каледонія	6
Білорусь	1	Нігерія	2
Бельгія	1	Північні Маріанські острови	1
Боснія та Герцеговина	5	Норвегія	1
Бразилія	16	Оман	2
Бруней	3	Пакістан	18
Болгарія	4	Панама	2
Бірма	4	Папуа Нова Гвінея	2
Бурунді	1	Перу	1
Камбоджа	1	Філіпіни	2
Канада	11	Польща	7
Китай	35	Катар	1
Колумбія	2	Румунія	2
Хорватія	2	Росія	47
Кіпр	10	Саудівська Аравія	8
Чехія	1	Сербія	2
Еквадор	1	С'єрра Ліоне	2
Єгипет	3	Словакія	1
Сальвадор	1	Соломонські острови	3
Ерїтрея	1	ПАР	1

Продовження табл. 1

Естонія	1	Іспанія	8
Європейський союз	100	Острови Спратлі	3
Франція	3	Судан	4
Французька Полінезія	1	Свальбард	1
Секто Газа	1	Швеція	2
Грузія	3	Швейцарія	2
Германія	28	Сирія	7

Греція	9	Тайвань	4
Гонконг	5	Таїланд	3
Угорщина	5	Східний Тимор	9
Індія	30	Турція	18
Індонезія	17	Туркменістан	1
Іран	14	Україна	10
Ірак	17	Об'єднані Арабські Емірати (ОАЕ)	5
Ізраїль	3	Англія	11
Італія	5	Сполучені Штати Америки	146
Японія	14	Венесуела	2
Йорданія	1	В'єтнам	1
Казахстан	5	<i>Весь Світ</i>	1359
Північна Корея	23		
Південна Корея	536		
Косово	2		

Нормативні посилання. В монографії використовувалися такі нормативно-правові акти:

- Повітряний кодекс України;
- Положення про використання повітряного простору України, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 29.03.2002 р. № 401;
- Програма розбудови державної системи використання повітряного простору України на 2002 - 2006 роки, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 07.09.2002 № 1328;
- Правила польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 16.04.2003 р. та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 05.05.2003 р. за № 346/7667;
- Правила обслуговування аеронавігаційною інформацією, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 01.07.2004 р. № 564 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 23.07.2004 р. за № 913/9512;
- Правила сертифікації цивільних аеродромів України, затверджені наказом Державіаслужби України від 25.10.2005 р. № 796 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 10.11.2005 р. за № 1357/11637;

- Правила сертифікації аеропортів, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 05.07.2004 р. № 569 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 26.07.2004 р. за № 924/9523.

- Правила польотів. Додаток 2 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію;

- Обслуговування повітряного руху. Додаток 11 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію;

- Служби аеронавігаційної інформації. Додаток 15 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію;

- Doc 9774 ICAO – «Руководство по сертификации аэродромов»;

- Аеродроми. Додаток 14 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію, том 1;

- Наставление по производству полётов в ГА (НПП ГА – 85);

- Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации (РЭГА РФ – 94);

- Пособие по проектированию гражданских аэродромов (в развитие СНиП 2.05.08 – 85), часть VII. Вертолетные станции, вертодромы и посадочные площадки для вертолетов;

- Федеральные правила использования воздушного пространства РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ от 22.09.99 г. № 1084;

- КЛЕ типів вертольотів.

Скорочення

В монографії скорочення мають такі визначення:

АБ – авіаційна безпека;

АДВ – аеродромна диспетчерська вишка;

АП – авіаційна подія;

АРП – автоматичний радіопеленгатор;

АРС – аварійно-рятувальна станція;

БПРМ – ближній приводний радіомаркерний пункт;

БМРМ – ближній маркерний радіомаяк;

ВВІ – вогні високої інтенсивності;

ВЗ – вільна зона;

ВМІ – вогні малої інтенсивності;

ВРЛ – вторинний радіолокатор;

ВПр – висота прийняття рішення;

ВСІ – вогні середньої інтенсивності;

ГМЗ – гучномовний зв'язок;

ГРМ – глісадний радіомаяк;

ДОП – диспетчерський орган підходу;

ДПРМ – дальній привідний радіомаркерний пункт;

ДМРМ – дальній маркерний радіомаяк;

ЕД – експлуатаційна документація;

ЗД – зона дії радіомаяка;

ЗПС – злітно-посадкова смуга ;

ІВП – інструкція з виконання польотів (використання повітряного простору);

ІПр – інтенсивність повітряного руху;

КРМ – курсовий радіомаяк;

КПП – контрольнo-пропускний пункт;

КПр – керування повітряним рухом;

КНГ – кут нахилу глісади;

КТА – контрольна точка аеродрому;

КСГ – кінцева смуга гальмування;

ЛС – льотна смуга;

ЛП – льотне поле;

МДВ – метеорологічна дальність видимості;

МЛС – мікрохвильова система посадки;

МРЛ – метеорологічний радіолокатор;

МРМ – маркерний радіомаяк;

НДР (TORA) – наявна дистанція розбігу;
НДЗ (TODA) – наявна дистанція зльоту;
НПД (LDA) – наявна посадкова дистанція;
ОВЧ – особливо висока частота;
ОПРС – окрема приводна радіостанція;
ОРЛ-А (ОРЛ-Т) – оглядовий радіолокатор аеродромний (трасовий);
ОСП – обладнання системи посадки;
ОПР – обслуговування повітряного руху;
ПА – пожежний автомобіль;
ПВП – правила візуальних польотів;
ППП –правила польотів за приладами;
ПРЛ – посадочний радіолокатор;
ПРЦ – прийомний радіоцентр;
ПрРЦ –передавальний радіоцентр;
ПС – повітряне судно;
РГМ – різниця глибин модуляції;
РД – руліжна доріжка;
РДЦ – районний диспетчерський центр;
РЛС ОЛП – радіолокаційна станція огляду льотного поля;
РМС –радіомаячна система;
РТЗ – радіотехнічний засіб;
РТО – радіотехнічне обладнання;
РНПЗ – рівень необхідного пожежного захисту;
ССО – світлосигнальне обладнання;
ТП – трансформаторна підстанція;
ТО – технічне обслуговування;
ЦПП – центр польотної інформації;
АСН – класифікаційне число повітряного судна;
АІР – збірник аеронавігаційної інформації України;
VOR – всеспрямований (азимутальний) УКХ радіомаяк;
ІСАО – міжнародна організація цивільної авіації;
ІLS – наземне обладнання системи посадки метрового діапазону хвиль, що працюють за принципом ІLS ;
РСН – класифікаційне число штучного покриття аеродрому;
РАРІ (АРАРІ) – система візуальної індикації глісади;
DME – далекомірний вимірювальний пристрій;
ЛП – льотна смуга;
ЗПС – злітно-посадкова смуга;

ШЗПС – злітно-посадкова смуга із штучним покриттям;
БПБ – бокові смуги безпеки;
КСБ – кінцеві смуги безпеки;
РД – руліжні доріжки;
МС – місця стоянки вертольотів;
СТТ – службово-технічна територія;
КДП – командно-диспетчерський пункт;
ПММ – паливно-мастильні матеріали;
АДП (ВДП) – аеродромний (вертодромний) диспетчерський пункт.

1. СУЧАСНІ ВЕРТОЛЬОТИ

1.1. Гвинтокрилі літальні апарати

Історія ідеї створення підйомної сили гвинтом, який обертається, датується III століттям задовго до появи ідеї літака.

Тільки в 1919 р. Хуанде ла Сієрва запропонував використовувати несучий гвинт (НГ), який створює підйомну силу (тягу) у вертольота, і як засіб, який виключає небезпеку втрати швидкості літального апарату (ЛА). Апарат було названо автожиром. Він має східні риси і з літаком і з вертольотом. Із літаком його поєднує тягнучий гвинт, із вертольотом – несучий. Однак уявлення про схожість на вертольот хибне.

НГ автожира (ротор) не обертається за допомогою двигуна, він вільно обертається в набігаючому струмені повітря та створює підйомну силу. В автожирі було використано багато інших винаходів, зокрема – шарнірне кріплення лопастей до втулки. Воно підштовхнуло розвиток вертольота, який ніяк не міг вийти із початкового етапу розвитку [1].

Автожир (від грец. *Αὐτός* – сам і *κύρος* – коло) – гвинтокрилий літальний апарат, у польоті спирається на несучу поверхню, яка утворюється вільним обертанням несучого гвинта в режимі авторотації. Інші назви автожира – «гіроплан» (цей термін офіційно використовується FAA), «гірокоптери» (термінологія Bensen Aircraft) і «ротаплан». Поступовий рух автожир отримує від звичайного тягнучого або штовхаючого гвинта (рис. 1.1).

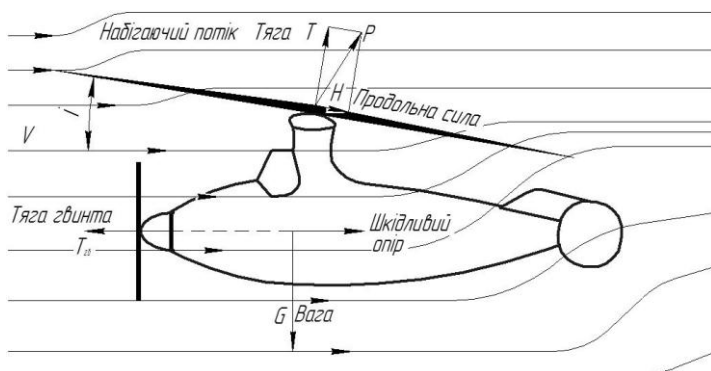


Рис. 1.1. Схема польоту автожира

Основні переваги автожира:

- невелика мінімальна (іволютивна) швидкість;
- менші злітно-посадочні дистанції (порівняно із літаками);

- набагато простіший в керуванні ніж літаки та вертольоти;
- менш чуттєвий до термічних потоків;
- менш чуттєвий до турбуленції;
- значно дешевший за літаки та вертольоти.

Основний розвиток теорія автожирів отримала в 1930-і роки. З винаходом і масовим будівництвом вертольотів інтерес до практичного застосування автожирів впав настільки, що розробки нових моделей були припинені. Новий етап інтересу до автожирами розпочався наприкінці 1950-х – початку 1960-х років. У цей час Ігор Бенсен в США активно пропагував гірокоптери власної конструкції – легкі одномісні найпростіші автожири, які продавалися у вигляді наборів для само-збирання і були доступні за ціною широкому колу охочих.

В СРСР перший автожир КАСКР (рис. 1.2) було створено в 1929 р. Н. І. Камовим та Н. К. Скржинським. Після цього протягом 10 років було створено близько 15 типів та модифікацій, які будувалися в ЦАГІ за проектами Н. І. Камова, Н. К. Скржинського, А. М. Черьомухіна та В. А. Кузнецова.

Останнім автожиром, який було розроблено в СРСР, став двохмісний АК, який злітає без розбігу, спроектований в 1940 р. Н. І. Камовим за участю М. Л. Міля. За кордоном створюються експериментальні зразки надлегких одномісних автожирів [1].



Рис. 1.2. Перший радянський автожир КАСКР-1

Вертоліт – літальний апарат (ЛА) важчий за повітря, який використовує аеродинамічний принцип польоту та який використовує енергію палива для створення несучим гвинтом (або гвинтами) підйомної сили та сили тяги, керуючих сил та моментів за допомогою навколишнього середовища. ЛА апарат може пе-

реміщатися в будь-яку сторону: вверх-вниз, вперед-назад, вліво-вправо. Схема польоту вертольота наведена на рис. 1.3.

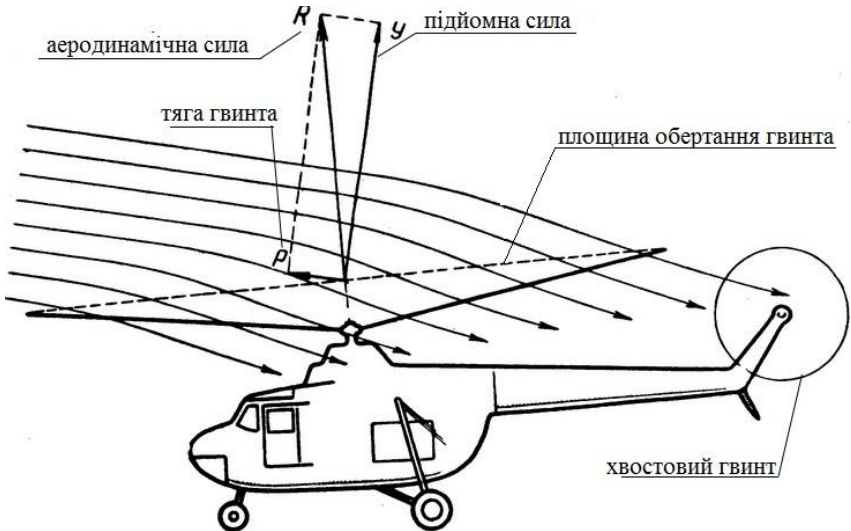


Рис. 1.3. Схема польоту вертольота

При відмові двигунів вертоліт може, використовуючи автожирний режим, продовжити політ із зниженням та здійснити посадку на режимі авторотації гвинта на непідготовлений майданчик. Використовуючи різке збільшення кута установки лопастей безпосередньо перед посадкою, можна значно збільшити підйомну силу і суттєво зменшити вертикальну швидкість вертольота в момент посадки.

Слово *вертоліт*, запропоноване Н. І. Камовим в лютому 1929 р. для автожирра, стало широко використовуватися на початку 50-х рр. минулого сторіччя. В це слово Камов хотів вкласти здатність вертольота виконувати політ в різних режимах: висіння, підйом, спуск вертикально.

За кордоном вертоліт називається **гелікоптером**. Слово «гелікоптер» придумав француз віконт Гюстав де Понтон д'Амекур, утворивши його з двох грецьких: «хелікос» – гвинт, і «птерон» – крило. «Гелікоптер» віконт назвав свою модель вертольота, гвинти якого, як це не дивно, приводилися в рух парою.

В історії техніки небагато моментів, коли від появи технічної ідеї і до її практичної реалізації проходить так багато часу. Це повною мірою характеризує історію розвитку вертольота, хоча дати перших польотів літака та вертольота не дуже сильно відрізняються (біплан братів Райт – грудень 1903 р.), вертоліт проф. Ш. Рише та братів Л. та Ж. Бреге – листопад 1907 р.

Для історії вертолітобудування характерні періоди збільшення та ослаблення інтересу до цього типу ЛА, що пояснюється виникаючими проблемами, протиріччями та успіхами у їх вирішенні.

Серед закономірностей розвитку методів проектування вертольота однією з головних є зв'язок проектування із наукою. Значимість досягнень вертолітобудування знаходиться в прямій залежності від ступені участі науки. Це одна з найбільш наукоємних галузей машинобудування.

Через це існує ще одна закономірність в появі вертольота – послідовність проектування вертольота за проектуванням автожиру та літака. Відносна простота конструкції останніх ставить їх по відношенню до вертольота в положення експериментальних зразків для накопичення теоретичного, практичного та організаційного досвіду проектування.

Завдяки можливості злітати та сідати вертикально, вертоліт експлуатується з невеликих майданчиків. Здатність зависати дозволяє вертольоту виконувати завантаження та розвантаження вантажів при кранових операціях, а також виконувати складні будівельно-монтажні операції.

Вертольоти широко використовуються для перевезення вантажів, людей, виконання сільськогосподарських та інших робіт. Велику допомогу здійснюють вертольоти в розвідці та розробці нафтових та газових родовищ у важкодоступних місцях та на морі, будівництві магістральних газо- та нафтопроводів, ЛЕП. Вертольоти також використовуються санітарними службами та для гасіння пожеж.

Вертольоти входять до складу збройних сил різних держав та призначені для перевезення та десантування військ та вантажів, знищення танків та іншої техніки супротивника, вогневої підтримки військ (бойовий вертоліт), розвідки, зв'язку, інженерного забезпечення та ін.

В процесі розвитку вертолітобудування склався певний шаблон сучасного одногвинтового вертольота, основні елементи та компоновочні рішення якого є і в інших типах вертольота (рис. 1.4).

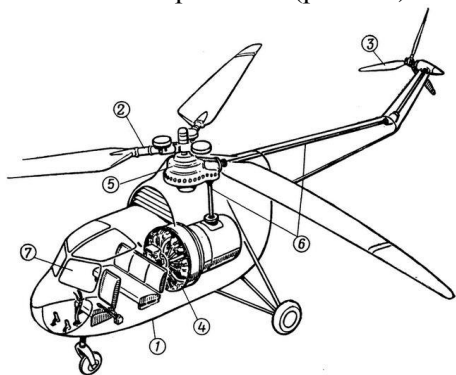


Рис. 1.4. Схема одногвинтового вертольота:
 1 – фюзеляж; 2 – несучий гвинт; 3 – рульовий гвинт; 4 – двигун;
 5 – головний редуктор; 6 – трансмісія; 7 – кабіна вертольота

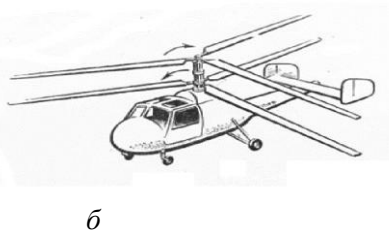
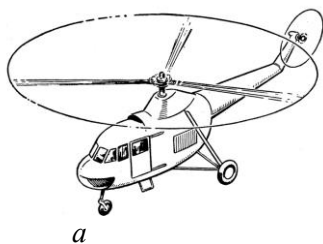
Всі вертольоти мають одні і ті ж самі основні елементи: несучий гвинт, хвостовий гвинт, управління, трансмісію, фюзеляж, крила, силову установку, злітно-посадочні пристрої.

Приблизні льотно-технічні характеристики вертольотів 80 рр: крейсерська швидкість – до 280 км/год; максимальна швидкість – до 350 км/год; дальність польота – до 800 км; динамічна межа по висоті – до 6 км; статична межа – до 3 км та більше; корисне навантаження складає від 0,4 т для легких вертольотів та до 25 т – для важких.

Швидкісні характеристики вертольотів обмежені зривом потоку, який проявляється на кінцях наступаючої та відступаючої лопастей при досягненні ними числа M і характеристики режиму роботи НГ μ відповідно.

Класифікуються вертольоти за наступними ознаками [1, 205].

За числом НГ розрізняють вертольоти одно-, двох- та багато гвинтові, за їх взаємним розташуванням – поздовжні, співвісні, поперечні, із вісьми гвинтів які перехрещуються (рис. 1.5); за числом двигунів – одно-, двох- та багато двигунові; за типом приводу НГ – із механічним приводом від двигуна та з реактивним приводом (із реактивними двигунами на кінцях лопастей або з турбокомпресором в фюзеляжі та реактивними соплами на кінцях лопастей); за призначенням – багатоцільові, транспортні, пасажирські, вертольоти-крани, сільськогосподарські, санітарні та ін.; за масою – надлегкі, легкі, середні, важкі та надважкі; за типом злітно-посадочних пристроїв – сухопутні та амфібії.



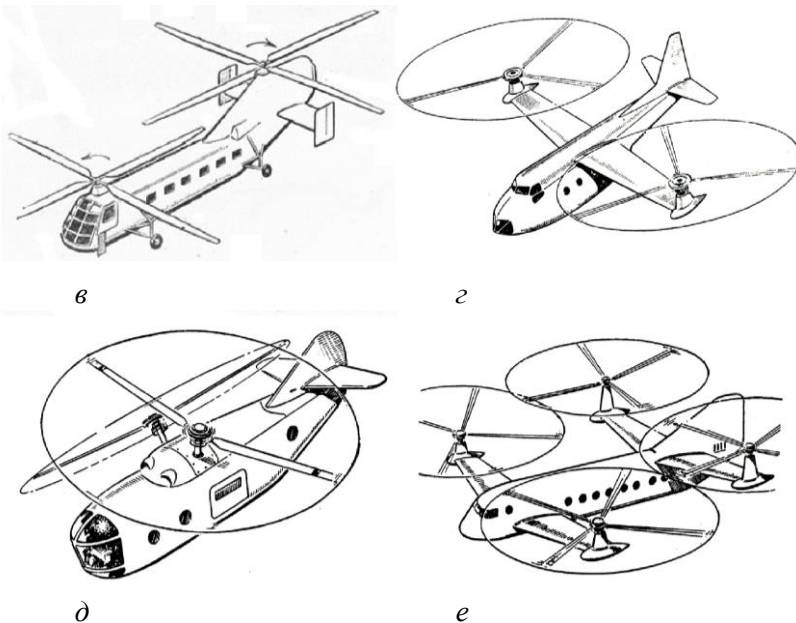


Рис. 1.5. Основні схеми вертольотів:

а – одно гвинтова; б – співвісна; в – прокольна; г – поперечна;
 д – із гвинтами які перехрещуються; е – багато гвинтова

Найбільш поширені *вертольоти одногвинтової схеми* із механічною трансмісією та установленим на хвостовій балці рульовим гвинтом (близько 92–95 % всіх збудованих вертольотів). Витрати на привід рульового гвинта складають 8–12 % повної потужності двигунів. Рульовий гвинт працює в більш важких умовах, ніж несучий, через вплив потоку повітря від НГ та розвороту вертольота відносно вертикальної осі на режимі висіння.

Перший вертикальний підйом за допомогою гвинта на ЛА із людиною на борту було здійснено во Франції 29 вересня 1907 р. на вертольоті братів Л. та Ж. Бреге та професора Ш. Рише. Вертоліт, який підіймався за допомогою чотирьох гвинтів на висоту 1,5 м, не мав органів керування (стійке положення при висінні забезпечувалось механіками, які підтримували вертоліт) (рис. 1.6).

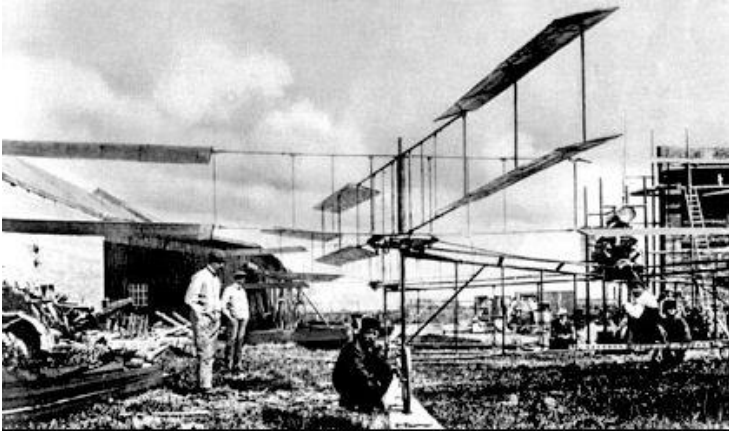


Рис. 1.6. Гелікоптер братів Бреге та проф. Рише

Перший апарат, який був здатний здійснювати поступальний політ було створено П. Корню (Франція) в листопаді 1907 р. (рис 1.7).

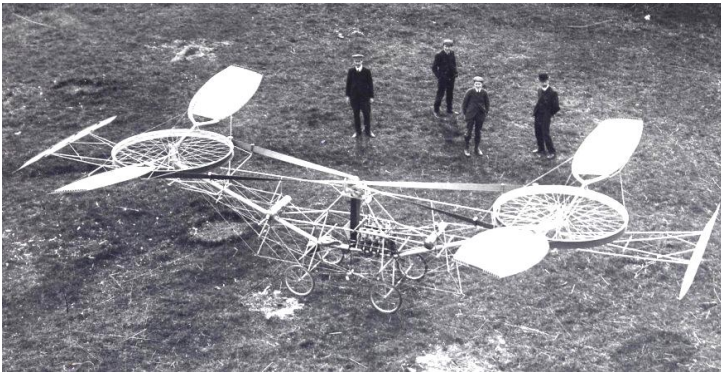


Рис. 1.7. Гелікоптер П. Корню

В 1912 р. Юр'єв збудував апарат одновинтової схеми. В процесі розробки Юр'єв винайшов автомат перекошу. Подальший розвиток вертольотів йшов по лінії удосконалення його основних агрегатів, покращення характеристик стійкості та керованості. Роботи Г. Глаурта, К. Локка, Братухіна, Міля та ін. дозволили виявити особливості аеродинаміки НГ в косому потоці.

Виникнувши як транспортно-зв'язковий апарат, вертоліт давно вийшов за межі відведених йому кордонів використання та зайняв особливе місце в авіації.

Основна льотна особливість вертольотів, яка принципово відрізняє їх від літаків, – можливість вертикального зльоту та посадки. При цьому вертоліт може також переміщатися в потрібному напрямку. Але вертоліт не конкурує із літаком, а має «своє обличчя», призначення, свою сферу використання.

Максимальна швидкість серійних вертольотів складає 250–300 км/год, а дальність – 500–600 км, висота польоту 4–5 км.

Спеціалізація вертольотів, в залежності від задачі, наступна: пасажирський (базовий), патрульний ДАІ, патрульний міліцейський, патрульний прикордонний, митний, пожежної охорони, патрулювання нафто- та газопроводів, аеротаксі, санітарний, спортивно-пілотажний, навчально-тренувальний, пошуково-рятувальний, санітарно-військовий, ділового класу та ін.

Для вирішення вищенаведених задач використовуються переважно легкі та середні вертольоти. Збільшення грузопідйомності вертольотів пов'язано із великими технічними складнощами. Розвиток літаків та вертольотів із великою грузопідйомністю наведено на рис. 1.8.

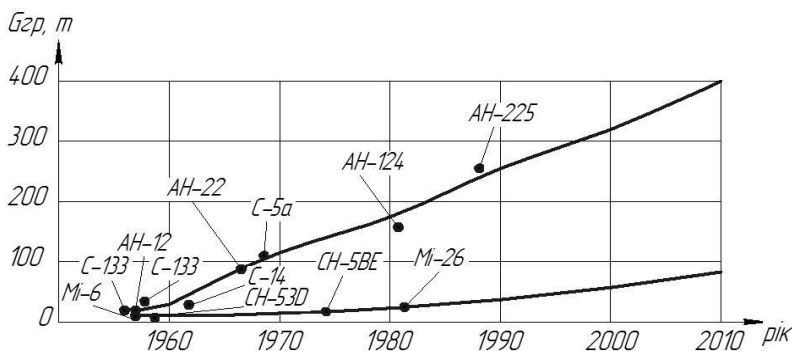


Рис. 1.8. Розвиток літаків та вертольотів із великою вантажопідйомністю по роках

Незважаючи на будівництво Київським авіаційним заводом автожирів (1932 р.) та вертольотів (1947, 1948 рр.) в Україні немає жодного підприємства, яке б проектувало гвинтокрилі апарати. Участь України у створенні гвинтокрилої техніки поки що зводиться до технічної творчості ентузіастів та недержавних підприємств цього типу техніки, які розраховують лише на власні сили [1].

Окрім виробництва гвинтокрилих апаратів та авіадвигунів для вертольотів, розвиток гвинтокрилої авіації в Україні в теперішній час проходить за наступними напрямками (табл. 1.1):

- творчість ентузіастів гвинтокрилої техніки;
- творчість недержавних підприємств;

– початок проектування та виробництва вертольотів Ка-228 (в Росії – Ка-226) спільно із фірмою «Камов»; модифікація базового вертольота Мі-2 спільно із російським ВАО «Росвертол» та МВЗ ім. Міля шляхом установки українських двигунів АІ-450 замість ГТД-350 та ін.

Характеристики найбільш популярних автожирів та вертольотів наведено в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Характеристики автожирів та вертольотів [1]

№ з/п	Назва літального апарата		Діаметр ротора (м)	Маса конструкції (кг)	Злітна вага max (кг)	Максимальна швидкість (км/год)	Практичний потолок (м)	Дальність польоту (км)	Діаметр хвостового гвинта (м)	Потужність двигуна (к.с.)	Хорда лопасті (мм)
1	Вертольоти Київського автосауду	Г-4	7,7	2364	3002	148	2400	223	–	–	–
		Мі-1	14,3	1890	2550	190	2400	360	–	–	–
2	Автожир ХАІ-24		9,85		700	150	2300	500	–	–	–
3	Вертолiт ХАІ-22А		5,4	–	220	100	1000	200	1,1	3,6	–
4	Вертолiт ХАІ-27 «Харьковчанин»		4,6	145	–	90	2000	–	0,8	38	–

Продовження табл. 1.1

5	Вертолiт ХАІ-25		4,4	–	130	–	–	–	0,85	11	200
6	Планер-автожир-31А		6,2	–	130	55	–	–	–	–	180
7	Автожир-ХАІ-32		6,2	–	–	90	–	–	–	36	180
8	Автожир ХАІ-49		7,1	150	250	–	–	–	1,55	45	200
9	Вертолiт ВГ-28 АНТК ім. Антонова		7,7	430	690	210	–	–	1,3	–	–

10	Вертоліт КУ-1	7,0	180	270	80	–	–	1,28	26	–
11	Вертоліт КУ-2	6,6	145	275	65	–	–	1,38	–	–
12	Автожир «Кондор»	6,15	–	286	–	–	–	1,1	40	–
13	Автожир ЛК-1	5,0	48	–	75	–	–	0,8	16	–
14	Автожир ЛК-2	7,0	110	205	100	–	–	1,6	36	–
15	Автожир ЛК-3	8,23	260	450	140	–	–	1,7	80	–
16	Вертоліт АВ-1	6,0	120	205	100	–	–	1,12	34	–
17	Автожир	7,2	135	225	110	–	–	1,5	60	–
18	Вертоліт АВ-2	8,0	260	440	130	–	–	1,4	95	–
19	Автожир Нелипюка	6,2	140	220	–	–	–	–	45	180
20	Автожир Солодкого	9,1	220	230	60	–	–	1,7	90	220
21	Вертоліт із дви- гуном Сузукі G-10	6,04	165	250	120	–	–	1,2	50	150
22	Вертоліт Ю. Кравченко	7,6	360	550	–	–	–	1,3	115	–

Продовження табл. 1.1

23	Автожир В. Кульпин- ського	8,8	400	650	135	–	–	1,7	110	–
24	Вертоліт Єнакі- єво	–	450	650	120	1200	300	–	–	–
25	Вертоліт ТОВ Аероконтер АК-1	6,7	380	650	186	1000	450	1,28	–	–

26	Вертоліт АК-2 ТОВ Аерокон- тур АК-2		–	380	650	105	–	450	1,28	–	170
27	Вертоліт «Ан- гел» КБ ТОВ «Авіаімпекс»		–	545	900	183	2500	120	–	–	–
28	Автожи- ри клуба імені А. Баран- нікова	С–10	8,53	196	495	–	–	–	–	100	-
		С–14	8,53	225	495	190	–	–	–	135	-
29	Вертоліт SL-222 «Атом» київсь- кого КБ Горизонт		7,14	377	637	194	2100	550	129	–	–

Одним з перших *типів покриття*, які стали використовуватись для посадки літальних апаратів були ґрунтові покриття. Ґрунтові злітно-посадочні смуги та посадочні майданчики, як найбільш прості і дешеві в будівництві та експлуатаційному утриманні, були першими і тривалий час єдиними елементами, які забезпечують безпечний зліт та посадку літаків та вертольотів. Вони виникли одночасно з першими літальними апаратами і існують до теперішнього часу. Їх широке застосування припало на першу половину ХХ ст. В наш час ґрунтові вертолітні майданчики поширені в секторі приватної авіації (через малу злітну вагу легких вертольотів). Для збільшення міцності ґрунтів можливе їх армування геосинтетичними матеріалами.

Спочатку в якості посадочних майданчиків використовувалися придатні для зльоту і посадки вертольотів рівні земельні ділянки, нерідко розташовані в межах міської забудови. У будівництві покриттів дернове покриття довгий час було майже єдиним типом покриття. Хороший дерновий покрив надавав льотному полю міцність, зменшував розмокання верхніх шарів ґрунту і значною мірою усував запиленість, що має особливо важливе значення для вертолітного транспорту.

Паралельно із розвитком авіації виникла та стала активно розвиватись нова галузь будівельної науки – аеродромобудування. Враховуючи велику наукоємність вертолітного транспорту, він почав активно розвиватись дещо пізніше ніж літаковий, відтак, до певного періоду часу вертодромні покриття слід розглядати спільно із аеродромними. Принципи проектування та будівництва аеродромів удосконалювалися в міру зростання вимог, які висував повітряний транспорт до

аеродромів та їх інженерного оснащення. Одночасно розроблялись теоретичні засади та вимоги до шасі літаків, призначених для польотів як з сухих, так і перезволожених ґрунтів. Враховуючи особливості здійснення льотно-посадочних операцій можна сформулювати комплекс вимог, які пред'являються до ґрунтових покриттів.

Для забезпечення безпечної роботи літальних апаратів ґрунтові покриття повинні володіти:

- рівною поверхнею без купин, вибоїн і колій, які можуть створити небезпеку аварій літаків при зльоті та посадці;

- міцністю, достатньою для руху літака без утворення колій чи з утворенням колій мінімальної глибини, які допускаються за умовами виникнення опору руху і не викликають труднощів при ремонті та ліквідації нерівностей поверхні;

- однорідністю за величиною опору ґрунту деформуванню в межах льотного поля, що забезпечується ущільненням ґрунту і ретельною плануванням;

- відсутністю пилу і бруду, які, засмоктуючись, викликають підвищений знос двигунів.

Додаткові складнощі для дослідників створювала відсутність нормативної бази стосовно проектування аеродромів, а пізніше і вертодромів. Перше керівництво по проектуванню повітряних ліній та портів було створено в 1935 році під керівництвом Б. В. Ветвицького та А.В. Кукіна. Згодом, трохи пізніше було створено Настанови по вишукуванню повітряних ліній, під керівництвом В. Г. Комарова. Саме в цей період закладаються основи науки про аеродромне будівництво.

Незважаючи на низку переваг, ґрунтові покриття в чистому вигляді майже не використовуються за межами сектору приватної авіації. Підвищена міцність, зв'язність та зменшення пилоутворення ґрунту досягається трьома способами:

- зміцнення добавками, змінюється гранулометричний склад верхнього шару ґрунту шляхом введення в нього щебеневих або гравійних фракцій (на виході отримуємо ґрунтощебін, ґрунтогравій та ін.);

- зміцнення верхнього шару ґрунтів в'язучими матеріалами. Підвищують зв'язність, міцність і водостійкість ґрунтів (бітум, цемент, вапно);

- зміцнення верхнього шару ґрунтів з допомогою введення в нього гнучких каркасів (сталевих сіток, дерев'яних решіток, заповнених щебенем або гравієм).

В якості покриття аеродромів цей матеріал використовується рідко (переважно на аеродромах малої авіації для здійснення нерегулярних літакових перевезень). Однак, через специфіку здійснення злітно-посадочних операцій вертольотом цей матеріал підходить для покриття вертодромів призначених для виконання нерегулярних перевезень. В довоєнний період вертольоти ще не набули великої популярності, тому всі вишукування виконувались стосовно аеродромних покриттів. Зокрема досліджувався біологічний вплив на ґрунт використання

органічних та неорганічних в'язучих, вплив на високотемпературних газових струменів, досліджувались процеси переміщення вологи в основі покриття, оптимальний склад сумішей, ступінь ущільнення та ін. питання. В період війни через брак часу та відсутність інших будівельних матеріалів злітно-посадочні смуги будувались навіть з дерева. В післявоєнні роки дослідження не зупинились, тепер увага були сконцентрована на капітальних покриттях (жорстке або асфальтобетонне покриття).

Після того, як в 60–70-і роки минулого сторіччя вертольоти почали широко використовуватись в господарстві постало питання щодо проектування вертодромів та посадочних майданчиків. Для вирішення цієї проблеми використовувался досвід проектування аеродромних покриттів. Втім, такий підхід давав результат при розрахунку покриття під важкі вертольоти на рівні землі. У випадку використання середніх та легких вертольотів в якості розрахункового повітряного судна, нема необхідності використовувати цементобетон в якості покриття, оскільки це призведе до неекономічного використання матеріалу. Тим більше цементобетон не бажано використовувати при будівництві вертолітного майданчика на даху будівлі оскільки це призведе до надмірного навантаження на несучі елементи споруди. Оптимальним вирішенням цього питання стали вертолітні майданчики з блочних конструкцій, використання яких дозволяє з одного боку пришвидшити будівництво, а з іншого боку – не створює великого навантаження на несучі елементи порівняно із традиційним покриттям.

1.2. Вертольоти широкого спектру використання

Вертолітна «мода» змінюється. На противагу спеціальним машинам все більше росте галузь цивільної вертолітної техніки. З кожним роком вертолітна тематика стає все більш перспективною. На противагу літакам, вертольоти дешевше в обслуговуванні і не вимагають особливих умов для експлуатації. На відміну від бізнес-авіації, їм не потрібні великі обладнані аеродроми, достатньо невеликого майданчика. Ці та інші привабливі особливості вертольотів стали причиною постійного розширення спектру їх використання. Якщо раніше вертольоти мали військову або спеціальну «прописку», то зараз вони впевнено поширюються в цивільному секторі [1].

Наведені тенденції яскраво проявилися під час масштабного вертолітного форуму, який в 2012 році відбувся в Москві. В Міжнародна виставка вертолітної індустрії HeliRussia – 2012 представила весь спектр продукції і послуг вертолітної індустрії не тільки Росії, але і СНД та далекого зарубіжжя. У виставці HeliRussia-2012

взяла участь 201 компанія 150 російських і 51 компанія з 17 країн світу: України, Білорусі, США, Великобританії, Франції, Німеччини, Канади, Швейцарії, Швеції, Італії, Іспанії, Індії, Фінляндії, Польщі, Колумбії, Чехії, Литви. Нагадаємо: у першій виставці свої експозиції представляли 129 компаній з 10 країн світу, тобто зростання інтересу, а відповідно, і обсягів вертолітної індустрії відчутне навіть за кількістю учасників цього міжнародного вертолітного форуму.

Російські пілоти разом з американськими та європейськими компаніями визначають вертолітну «моду» майбутнього. І однією з тенденцій ринку є зростання кількості комерційних вертольотів. Зокрема, холдинг «Вертольоти Росії» заявив, що ринок комерційних вертольотів повинен стати для нього визначальним. Ця тенденція відбивається і в зміні продуктового ряду, і в системі післяпродажного обслуговування. Однією з помітних подій виставки стала презентація громадянського вертольота Ка-62 (рис. 1.9). Ця машина стала чи не першою «громадянською» у нових розробках сусідів-вертолітників, а також показала відхід від традиційно «камовської» схеми – двигуни з двома осями: на новинці задіяна одновісна схема компонування [2].



Рис. 1.9. Презентація вертольоту Ка-62

Ка-62 характеризується високою екологічністю і економічністю в експлуатації. Вертоліт має скляну кабіну, в салоні розміщуються 15 комфортабельних пасажирських крісел. Виробництво вертольоту Ка-62 планується розгорнути в ВАТ «Арсеньєвська авіаційна компанія Прогрес». Перший політ запланований на серпень 2013 року, а сертифікація - на 2015 рік. «Вертольоти Росії» також планують сертифікувати Ка-62 в Європейському агентстві з безпеки польотів (EASA). До речі, сертифікація машини за європейськими нормами автоматично відкриває перед Ка-62 європейський і американський ринки. Але машина увійде

туди без українських двигунів. Передбачається комплектація трьома двигунами західного виробництва на вибір замовника.

Крім цього, «Камов» також представив новий варіант вертольота «Ансат» з салоном на 7 пасажирів (рис. 1.10) [3]. Першим замовником вертольота «Ансат» стало Мініборони РФ, яке придбає 14 навчальних вертольотів, дві машини – ФСБ. Виробник вертольота «Казанський вертолiтний завод», розробив різні модифікації цього вертольота: транспортно-вантажний, пошуково-рятувальний, медико-евакуаційний, пасажирський і т.п. В Казані розраховують вийти на темп виробництва 20 «Ансат» на рік. Поряд з вертольотом «Ансат» ТОВ «Аеротаксі-Сервіс» демонструвало VIP-салон для вертольота Мі-38.



Рис. 1.10. Вертолiт Ансат



Рис. 1.11. Испит швидкісного вертольота

Окрім розширення сфери застосування повинні відбутися і якісні зміни в характеристиках вертольотів. На думку генконструктора фірми «Камов» Сергія Міхеєва, в XXI столітті на зміну класичним і нешвидкісним вертольотам придуть швидкісні машини, що поєднують в собі можливості літака і вертольота. Злітати і сідати вони будуть вертикально, а літати зі швидкістю близько 500 км/год на відстань до 1500 км. У США йдуть випробування швидкісного вертольота Sikorsky X2 (рис. 1.11), «Камов» завершує проектування більш потужного вертольота Ка-92 [4]. Той, хто першим опанує масове виробництво швидкісних вертольотів, цілком може стати господарем світового ринку в цій галузі.

Під час виставки також стало ясно, що серйозну заявку в області вертольотобудування зробило ВАТ «Мотор Січ». На двох великих екранах демонструвався ролик про модернізацію вертольотів Мі-2 і Мі-8 і про початок розробки абсолютно нового вертольота в класі 5 тон (за деякими відомостями, він має позначення МСБ-6).

Модернізація вертольотів Мі-2 та Мі-8 передбачає в першу чергу заміну двигунів. На виставці «Мотор Січ» демонструвало вертолiт Мі-8МСБ з двигунами українського виробництва. Перший політ вертольота Мі-8Т з цими двигунами відбувся 10 листопада 2010. Державні випробування машини показали, що па-

раметри вертольота доведені до більш сучасного зразка, Мі-17В-5, але ціна модернізованого Мі-8МСБ буде в 2-2,5 рази менше, ніж Мі-17.

Під час виставки голова ради директорів цього підприємства В. Богуслаєв повідомив, що запущено проект випуску модернізованих вертольотів Мі- 2МСБ з двигунами АІ- 450М. На 2013 рік є замовлення від МНС на 22 одиниць вертольотів. На даний момент на майданчику складання вертольотів «Мотор Січ» у Запоріжжі знаходяться близько десятка вертольотів Мі -2. На вертольотах планується також встановлювати панель управління виробництва київського ТОВ «Науково-технічний комплекс Електронприлад».

При цьому В. Богуслаєв уточнив, що вартість модернізованого вертольота складе 5 млн, тоді як новий вертоліт коштує 10-15 млн. Ресурс буде подовжено на 8-16 років. База для такої модернізації в Україні є. В авіаційному реєстрі України станом на 2010 рік було зареєстровано 216 вертольотів. За останні 5 років з реєстрації знято 206 одиниць (Мі -2, Мі- 8, Мі -26 з терміном експлуатації більше 35 років). Загальна потреба України у вертольотах, за оцінками «Мотор Січ», становить 400-460 одиниць, у тому числі для народного господарства – 300, МНС, МВС, пожежної охорони, санітарної та прикордонної служб – 100-160.

Вертоліт Мі-26 (виріб «90») (з кодифікації НАТО: Halo - англ. «Ореол») - радянський багатоцільовий транспортний вертоліт, найбільший в світі серійний транспортний вертоліт, але другий після прототипу Мі-12. Розробник - ОКБ Міля. Перший політ зробив 14 грудня 1977. Серійно поставляється Ростовським вертолітним заводом. Всього на 1999р. виготовлено 276 машин за весь термін серійного виробництва (рис.1.12) [5].

Конструкція Мі-26. Неофіційна назва – «Корова». Вантажопідйомність – до 25т корисного навантаження. Вертоліт може бути використаний для завдань як військового, так і цивільного характеру, а також для проведення пошуково-рятувальних операцій.

Вертоліт спроектовано за одногвинтовою схемою з двома двигунами і тристійковим шасі, яке не прибирається в польоті. Суцільнометалевий фюзеляж напівмонококової конструкції має змінний переріз. У його носовій частині є радіо-прозорий обтічник, який закриває антену РЛС, кабіна екіпажа, кабіна для супроводжуючих вантаж пасажирів і відсіки для розміщення обладнання. Центральна частина фюзеляжу включає в себе вантажну кабіну розміром 12,00 × 3,20 × (2,95-3,57) м, відсік переходить в кінцеву балку. У транспортно-десантному варіанті вертольота можуть розміститися 68 парашутистів або 80 солдатів з штатною зброєю. У санітарному варіанті вертольота можливо розмістити до 60 носилок з пораненими. Для завантаження великогабаритних вантажів у вантажній кабіні

розташована електролебідка з тяговим зусиллям до 500 кг. Також вертоліт здатний перевозити вантажі на зовнішній підвісці.



Рис. 1.12. Вертоліт Мі-26

Бортове обладнання вертольота. Радіоелектронне і навігаційне обладнання вертольота дозволяє виконувати бойові завдання в складних метеорологічних умовах і в будь-який час доби. Навігаційний комплекс, що входить до його складу, включає в себе комбіновану курсову систему «Гребінь -2», пілотажний командний прилад ПКП-77М, радіоелектронну систему ближньої навігації «Віяло -М», радіовисотомір, автоматичні радіокомпас і доплеровський вимірювач швидкості і кута зносу. Пілотажний комплекс вертольота ПКВ-26 – 1 складається з чотириканального автопілота Вуап-1, системи траекторного управління, директорного управління та гасіння коливань вантажу на зовнішній підвісці. Вертоліт обладнаний метеолокатором, засобами зв'язку, а також телевізійною апаратурою для візуального спостереження за станом вантажу.

Особливості вертольота. На сьогоднішній день Мі-26 є найбільшим транспортним вертольотом у світі, який випускається серійно. У США фірмою Sikorsky Aero Engineering Corporation випускається аналогічний за призначенням, але набагато менший за розмірами вертоліт СН-53.

Вертоліт Мі- 27. У середині 80-х р. на базі Мі-26 був розроблений ряд військових модифікацій. В 1988 р. на Ростовському вертольотному заводі був побудований повітряний командний пункт, призначений для керування бойовими діями загальновійськових армій (рис. 1.13).

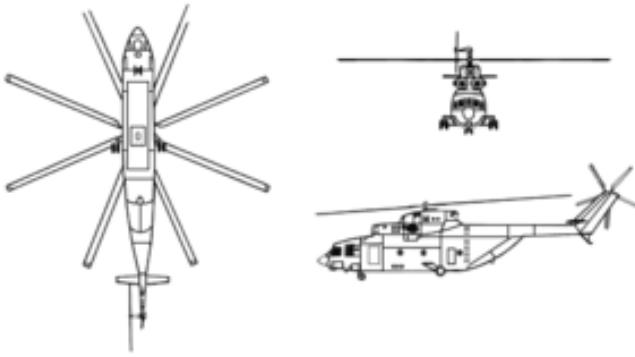


Рис. 1.13. Вертоліт Мі-27

Конструкція Мі-27 аналогічна базовому вертольоту. Вантажна кабіна поділялася поперечними перегородками на салон оперативної групи (ОГ), технічний і побутовий відсіки. У салоні ОГ розміщувалися 6 робочих місць, в наступному відсіку розташовувалася група управління технічними засобами та організації зв'язку, там же за потреби можна було організувати додаткові місця відпочинку. У технічному відсіку знаходилася апаратура для радіозв'язку.

Побутове обладнання включало систему водопостачання, буфет, відсік для відпочинку двох чоловік.

Вертольоти Мі-8 МТВ-1 (Мі-17-1В). Парк повітряних суден авіакомпанії «Українські вертольоти» складається з 24 багатоцільових вертольотів середнього класу Мі-8 МТВ-1 (рис. 1.14). Вони здатні виконувати найрізноманітніші роботи. Вертоліт використовується для перевезення людей (до 22 пасажирів), а також вантажів вагою до 4 т всередині кабіни та на зовнішній підвісі. Для механізації вантажно-розвантажувальних робіт кабіну вертольота обладнаний електричною лебідкою. Вертоліт також оснащений лебідкою ЛПП-150 для підйому людини із землі або з водної поверхні [7].

Для виконання польотів на міжнародних авіалініях всі вертольоти оснащені новітнім пілотажно-навігаційним обладнанням виробництва провідних світових компаній, забезпечує польоти у складних метеорологічних умовах. Це система глобальної супутникової навігації GNS-530AW, два комплекти супутникової навігаційної системи GPS MAP 196, метеолокатор RDR 2000, футометр KEA-130A, радіолокаційний відповідач GTX-327, аварійний приводний передавач ARTEX C-406, а також системи супутникового спостереження «Sky Connect» і «Inmarsat».

На всіх вертольотах Мі-8МТВ-1 встановлені стаціонарні додаткові підвісні паливні баки, що дозволило збільшити дальність польоту до 1150 км. А також кисневе обладнання для всіх пасажирів.

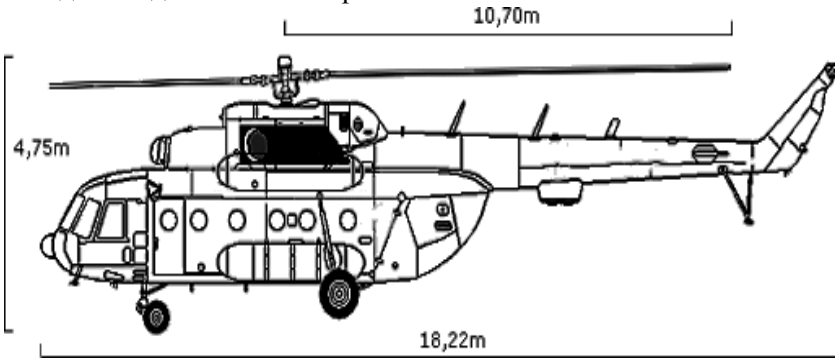


Рис. 1.14. Габарити вертольота Мі-8МТВ-1

Завдяки великому обсягу вантажопасажирської кабіни і можливості її трансформації з установкою додаткового обладнання, вертольоти Мі-8МТВ-1 можуть виконувати такі завдання (рис.1.15):

- доставка пасажирів (до 22 осіб), включаючи можливість організації екскурсій у важкодоступні райони;
- транспортування вантажів у кабіні вертольота або на зовнішній підвісці (до 4 т);
- будівельно-монтажні роботи, встановлення різного устаткування на дахах висотних будівель;
- медична евакуація, пошукові та аварійно-рятувальні роботи;
- монтаж і обслуговування бурових установок;
- польоти на плавучі бурові установки;
- пожежогасіння з використанням зовнішніх водозливних пристроїв;
- аеровізуальні польоти (включаючи моніторинг трубопроводів та ліній електропередач).



Рис. 1.15. Транспортування вантажу на зовнішній підвісці вертольотом Мі-8МТВ-1; посадка пасажирів

Конструкція вертольота Мі-8 МТВ-1 (Мі-17-1В) має переваги для здійснення робіт з пожежогасіння (за допомогою води або спеціальних хімічних складів) у важкодоступних районах серед інших альтернативних способів пожежогасіння. Гасіння пожеж відбувається за допомогою водозливного пристрою (bambi bucket) (рис. 1.16), місткістю до 3000 літрів і з можливістю забору води з відкритих водойм (річки, озера, резервуари тощо) за 5-10 секунд. Час скидання води – 20 секунд. Водостічні пристрої можуть транспортуватися у вертольоті.



Рис. 1.16. Вертоліт Мі-8МТВ-1 при гасінні пожежі;
Мі-8МТВ-1 на вертодромі

1.3. Роль України в розвитку вертолітного транспорту, перспективи розвитку вертолітобудування в Україні

2 липня 2011р. в штаб-квартирі ООН в Нью-Йорку відбулася урочиста церемонія відкриття фотовиставки під назвою «Україна: 20 років участі в миротворчій діяльності ООН». Спільно з Міноборони України експозицію підготувала Авіакомпанія «Українські вертольоти» [8].



Рис. 1.17. Відкриття виставки «Україна: 20 років участі в миротворчій діяльності ООН»

Відкрив виставку постійний представник України при Організації Об'єднаних Націй Ю. Сергеев (рис. 1.17). «Україна налаштована продовжувати брати активну участь у миротворчих операціях під егідою ООН, зміцнюємо реалізації в галузі підтримання міжнародного миру і безпеки», – підкреслив він.

Також Ю. Сергеев висловив подяку Авіакомпанії «Український вертольоти» за допомогу в організації та проведенні виставки (рис. 1.18, 1.19).



Рис. 1.18. Фрагмент виставки



Рис. 1.19. Стенд, який ілюструє участь України в миротворчих та гуманітарних місіях ООН

Звернення Генерального секретаря Організації Об'єднаних Націй Пан Гі Муна з нагоди відкриття виставки зачитав його заступник з питань миротворчості Ерве Ладсу. Генсек ООН висловив глибоку вдячність за видатний внесок України у діяльність у сфері підтримання миру і відзначив високий професіоналізм і відданість українських «блакитних касок» справі забезпечення миру. «Україна, забезпечуючи одну четверту вертолітного потенціалу місій Організації, відіграла і продовжує відігравати ключову роль у стабілізації ситуації в ряді країн і регіонів, зокрема Кот-д'Івуарі і Демократичній Республіці Конго», – йшлося у зверненні керівника ООН.

Зараз 150 фахівців і 23 з 28 повітряних суден авіакомпанії «Українські вертольоти» представляють Україну в миротворчих операціях ООН у Судані, Кот-д'Івуар, Демократичній Республіці Конго і Південному Судані.

До цього, українці, в рамках Всесвітньої продовольчої програми, допомагали ліквідовувати наслідки повені в Уганді, Мозамбіку, Сомалі, Ефіопії, Мадагаскарі та М'янмі, ліквідовували наслідки землетрусів у Пакистані та в Республіці Гаїті. За вісім років роботи в миротворчих і гуманітарних місіях ООН пілоти перевезли понад 360 тисяч осіб та 19 тисяч тонн вантажів.

Українську армію озброють модернізованими бойовими вертольотами. Планується прийняти на озброєння української армії модернізований бойовий **вертоліт Мі-24** армійської авіації. Модернізація бойової машини здійснюється в два етапи за участю українського і зарубіжного ОПК. Модернізований Мі-24 цілодобової експлуатації буде оснащений авіонікою і тепловізорами французької фірми Sagem, а також новими двигуном і керованим озброєнням українських виробників (рис. 1.20) [10].

Родзинкою проекту стане заміна застарілих радянських ПТУР Штурм-В на керовані по лазерному променю ракети «Бар'єр», розроблені київським ГКБ «Луч». Крім того, нова модифікація двигуна ТВ3-117ВМА СБМ1В від запорізького ВАТ «Мотор-Січ» має поліпшені характеристики, включаючи можливість роботи бойової машини в умовах при температурі до +52 градусів за Цельсієм.



Рис. 1.20. Вертоліт Мі-24

На сьогоднішній день перший етап модернізації, в якому задіяні тільки українські підприємства, завершений, що дозволяє прийняти вертоліт на озброєння ЗСУ. Подальша глибока модернізація вертольота буде продовжена в рамках наступного етапу, оснащення Мі-24 прицільно-оглядовою станцією Sagem намічено на вересень 2013 року. Нагадаємо, восени 2008 року Sagem і авіаремонтний завод Авіакон (Конотоп, Сумська область) підписали угоду про співпрацю за програмою модернізації бойових Мі-24 ЗСУ. За деякими експертними оцінками,

в експлуатації ЗСУ знаходиться близько 60 бойових Мі-24 [11]. Разом з тим, фахівці високо оцінюють експортні перспективи модернізованих Мі-24.

Вертоліт Ка-31 (виріб 503, з кодифікації НАТО Helix-B) – вертоліт радіолокаційного дозору, створений для потреб ВМФ СРСР (рис. 1.21) [12]. Вертоліт дальнього радіолокаційного виявлення був розроблений на базі існуючого корабельного транспортно-бойового вертольота Ка-29. Вертоліт може базуватися як на кораблях самих різних класів, так і на суші. Місцем базування вертольота Ка-31 можуть виступати всі кораблі, здатні прийняти на свій борт вертольоти Ка-27 і Ка-29. Вертоліт може застосовуватися в сухопутному варіанті для вирішення завдань ППО наземних військ. На сьогоднішній день даний вертоліт не має світових аналогів. Ця модель знаходиться на озброєнні ВМФ Росії. За інформацією на 2012 рік на озброєнні флоту знаходиться 2 таких вертольота. Також Ка-31 поставлявся на експорт і перебуває на озброєнні морської авіації Індії і КНР. Індія має в своєму розпорядженні 9 машин даного класу, при цьому в 2009 році був укладений контракт на поставку ще 5 таких вертольотів (вартість вертольота близько 20 млн. доларів за одиницю).



Рис. 1.21. Вертоліт дальнього радіолокаційного визначення (ДРЛВ) Ка-31

Вертоліт ДРЛВ Ка-31 призначений для радіолокаційного контролю повітряного і морського простору, раннього виявлення на далеких кордонах цілей на низькій висоті типу крилата ракета, вертоліт, літак, а також надводних кораблів і їх розпізнавання. Вертоліт здатний визначати параметри траєкторії руху і координати цілей, передавати інформацію про спостережувану і повітряну радіолокаційну обстановку на кораблі і командні пункти сухопутних військ.

Вертоліт Ка-31 виконаний за сумісною гвинтовою схемою. Несуча система і силова установка машини були запозичені в транспортно-бойового вертольота Ка-29. Зміни його конструкції були продиктовані необхідністю установки під днищем вертольота антени РЛС, під час польоту здатна повертатися на спеціальному шарнірному пристрої і займати робоче вертикальне положення. Розмах

дзеркала антени РЛС, встановленої на Ка-31 становить 6 метрів. У похідному положенні дана антена притиснута до днища корпусу вертольота і зафіксована.

Для забезпечення виходу і входу екіпажу по правому борту транспортної кабіни вертольота були встановлені двері. По бортах кабіни екіпажу замість звичайних зсувних дверей були встановлені аварійні люки.

Вертолiт має чотириколісне шасі, при цьому передні опори прибираються в спеціальні обтічники, які розташовуються зовні з боків фюзеляжу вертольота. Основні опори шасі піднімаються вгору, звільняючи простір для обертання антени РЛС в польоті. Лопасті несучого гвинта були виготовлені з полімерних композитних матеріалів і забезпечені системою проти обмерзання і електричною системою.

Історія створення та особливості. Необхідність в засобах ДРЛВ на морі була наочно продемонстрована під час англо-аргентинського конфлікту через спірні Фолклендські острови. Через відсутність у складі англійських експедиційних сил вертольотів або літаків ДРЛВ, вони не могли своєчасно здійснювати пошук, виявлення та подальше перехоплення низьколітаючих аргентинських літаків. Застосування в цій якості ескадрених міноносців закінчилося для англійців невдало – втратою 2-х таких кораблів («Ковентрі» і «Шеффілд»).

Беручи до уваги даний військовий конфлікт, в 1985 році ОКБ ім. Н. І. Камова отримало завдання на створення вертольота АВАКС. При створенні Ка -31 за основу був взят планер, силова установка і несуча система вже готового транспортно-бойового вертольота Ка-29. Головна складність при його розробці полягала в поєднанні потужної РЛС з іншим вертолiтним пілотажно-навігаційним обладнанням, а також забезпечення стабільності вертольота в повітрі при обертанні антени РЛС. Свій перший політ дослідний зразок нового вертольота здійснив у 1987 році. Після проведення серії досить тривалих випробувань, машина в 1995 році була прийнята на озброєнні морської авіації ВМФ Росії. Серійне виробництво вертольота велося на заводі, розташованому на місті Кумертау [12].

Вертолiт Ка-31 призначався для виявлення повітряних цілей, а також надводних кораблів і їх супроводу. Вертолiт корабельного базування призначений для забезпечення ППО бойових об'днань флоту, які діють поза зоною дії літаків ДРЛВ і берегових РЛС. Даний вертолiт не має аналогів у світовому вертольотобудуванні. Основу його бортового комплексу складає досить потужна РЛС на твердотільних елементах, яка для функціонування в режимі кругового огляду має антену, що випускається в польоті. Ця антена оснащена пласкою фазованою решіткою антени (ФАР). У похідному положенні антена просто розташовується під днищем фюзеляжу.

Встановлений на вертольоті бортовий радіоелектронний комплекс дозволяє Ка -31 вести автоматизований політ по задалегідь запрограмованому маршруту

в будь-яких кліматичних і погодних умов. РЛС дозволяє вертольоту ДРЛВ одночасно виявляти і автоматично супроводжувати до 20 цілей.

Інформація про всі виявлені цілі в автоматичному режимі передається по телекодовому каналу зв'язку на різні пункти управління. На Ка-31 встановлена система дальнього радіолокаційного спостереження «Око» (Е-801), яка створена в нижегородському НДІ радіотехніки. Під час звичайного польоту вона щільно прилягає до нижньої поверхні фюзеляжу машини, створюючи при цьому мінімальний аеродинамічний опір. При переході антени в робоче положення, вона відхиляється вниз на 90 градусів, при цьому стійки шасі вертольота злегка піднімаються вгору для того, щоб шасі не заважало роботі РЛС в режимі обертання. РЛС з ФАР важить 200 кг, площа антени становить 6 кв. метрів, а її довжина 5,75 метрів. Антена в змозі забезпечити виявлення та подальший супровід до 20 цілей. Цілі класу «винищувач» виявляються на видаленні в 100-150 км, а надводні цілі класу «корабель» виявляються на видаленні в 250-285 км.

Вертолёт Ка-31 оснащується пілотажно-навігаційним комплексом (ПНК), розробленим в КБ приладобудування міста Саратов. У той час, коли антена РЛС перебуває у випущеному, робочому положенні, ПНК вертольота забезпечує стабілізацію кутових положень, а також істинної або барометричної висоти польоту, політ в зоні дозору за типовими траєкторіями; автоматизований вихід машини на аеродром чи корабель, вихід в точку здійснення посадки за допомогою сигналів посадочних РЛС. Наявна на вертольоті радіотехнічна система далекої навігації дозволяє забезпечити безперервне зчитування географічних координат Ка-31 (широти і довготи), а також автоматизоване управління вертольотом за задальгідь запрограмованим маршрутом з подальшим поверненням до точки базування.

Для передачі отриманої інформації про тактичну обстановку за відкритими і закритими каналами телекодового зв'язку, на вертольоті ДРЛВ Ка-31 встановлено спеціальний комплекс зв'язку. При висоті польоту на рівні 1500-3000 метрів, передача телекодової інформації з борту повітряного судна можлива на відстань не менше 150 км. При цьому автоматична реєстрація польотних параметрів проводиться за допомогою спеціальної апаратури магнітного запису «Тестер-3К».

У разі застосування вертольота в інтересах сухопутних військ, Ка-31 може розташовуватись на невеликих непередбачених майданчиках, розташованих поблизу мобільних зенітно-ракетних комплексів, забезпечуючи їм вказання цілей. Варто відзначити, що у зв'язку з ліквідацією в складі російського флоту кораблів проекту 1143, інтерес до даної машини з боку замовника суттєво впав і в серійне виробництво для потреб ВМФ Росії вертолёт не пішов. Єдині 2 машини, наявні у складі флоту, базуються на ТАКР «Адмірал Кузнецов». При цьому є підста-

ви вважати, що число вертольотів даного класу у складі російського флоту збільшиться з введенням в дію вертольотоносців проекту «Містраль».

Тактико-технічні характеристики Ка-31. Розміри: діаметр головного гвинта – 15,9 м, довжина – 11,6 м, висота – 5,5 м, ширина – 3,8 м. Маса максимальна злітна – 12500 кг. Тип двигуна – 2 ВМД ТВ3-117ВК, потужністю 2х1660 кВт. Крейсерська швидкість – 220 км/год. Максимальна швидкість – 255 км/год. Практична дальність польоту – 680 км. Тривалість польоту – 2 год. 30 хв. Практична межа висоти – 5000 м. Екіпаж – 3 особи.

Вертоліт Мі-8МСБ. Багатофункціональний вертоліт Мі-8МСБ сертифікований для серійного виробництва (рис. 1.22). Нещодавно завершилися заключні сертифікаційні випробування вертольота Мі-8МСБ. Машина успішно пройшла сертифікацію для серійного виробництва. Випробування проходили в умовах високогір'я і високих температур в самій спекотній точці СНД поблизу селища Шаартуз у Таджикистані. Випробувальна бригада у складі двох льотних екіпажів і наземного персоналу протягом трьох тижнів досліджувала граничні характеристики машини. Вертоліт перевантажували, він на одному двигуні працював протягом 30 хвилин на злітному режимі і набирив висоту 5000 м, робочу температуру двигуна доводили до 148 градусів при максимально можливих 150, гірські вертолітні майданчики облаштовували на висотах 2500, 3300 і 4200 метрів [13].



Рис. 1.22. Вертоліт Мі-8МСБ

Українські пілоти працювали на майданчику Москвіна в районі всесвітньо відомих семитисячників Паміру. Таким чином, продовжили випробування в умовах високогір'я, які розпочали у Криму на горі Роман-Кош висотою 1545 метрів на початку цього року, – повідомив Герой України, заслужений льотчик-випробувач СРСР Ю.Тішков. За його словами, програма випробувань виконана повністю. Завдяки унікальним двигунам Запорізького ВАТ «Мотор Січ» машина вкотре здивувала своїми льотно-технічними характеристиками – деякі з них навіть краще, ніж у більш потужного вертольота Мі-8МТ, сказав Ю.Тішков. Зок-

рема, була досягнута 20-відсоткова економія палива в порівнянні з базовим вертольотом, Мі-8МТ набрав висоту «динамічної стелі» 6300 метрів. А під час проведення цьогорічного міжнародного авіасалону «Авіасвіт-XXI» під Києвом на Мі-8МСБ був поставлений новий світовий рекорд для цього типу вертольотів з набору висоти – 8200 м. Зараз Мі-8МСБ у Запоріжжі готується до показових польотів в Об'єднаних Арабських Еміратах.

1.4. Гвинтокрили

Гвинтокрилий літальний апарат, також має назву гвинтокрил – літальний апарат у якого підйомна сила створюється обертовими гвинтами. Хоча польоти гвинтокрилих літальних апаратів були здійснені тільки в 20 ст. сама концепція гвинтокрила має набагато більш раннє походження. У рукописах Леонардо да Вінчі (1452-1519) є малюнок машини з гвинтом на вертикальній осі, що приводиться в рух мускульною силою людини яка летить на ній. Це, безсумнівно, прашур вертольота. В даний час існують як невеликі двомісні навчальні вертольоти, так і гігантські транспортні гвинтокрилі машини, здатні піднімати в повітря більше 22 т вантажу і перевозити, наприклад, гусеничні транспортні засоби. Вертольоти – це високоманеврені і універсальні літальні апарати, призначені для виконання різноманітних функцій і не потребують великих і рівних майданчиків для зльоту і посадки. Літаки можуть літати швидше, ніж вертольоти, але тільки в одному напрямку. Вертольоти рідко розвивають швидкість вище 320 км/год, однак можуть переміщатися в будь-яку сторону і при необхідності зависати в повітрі [1].

Політ вертольота пояснюється тими ж законами аеродинаміки, що і польоти будь-яких інших літальних апаратів важчих, а саме – обтіканням повітрям лопастей гвинта або крил, що створюють підйомну силу. У випадку літака повітря обтікає крило, що рухається вперед. У випадку вертольота повітря обтікає лопасть гвинта, що обертається над фюзеляжем. Оскільки підйомна сила виникає при обертанні гвинта, сам вертоліт може переміщатися туди, куди його направлять. Внаслідок обертання гвинта на фюзеляж вертольота діє момент сил, що закручує його в протилежному напрямку. Існує кілька способів компенсації цього крутного моменту і, відповідно, розрізняються схеми вертольотів.

Найбільш поширеною є схема з великим несучим гвинтом, встановлюваним над фюзеляжем який забезпечує створення підйомної сили і горизонтальне переміщення, і невеликим хвостовим гвинтом, який обертається в вертикальній площині як гвинт літака, і використовується для управління. Хвостовий гвинт створює силу тяги, момент якої протилежний крутному моменту, який виникає від несучого гвинта, і перешкоджає обертанню фюзеляжу. У двогвинтовій конфігурації вертоліт має два несучих гвинта, що обертаються в горизонтальній площині. Гвинти встановлюють-

ся на протилежних кінцях літального апарату і обертаються в протилежних напрямках, взаємно компенсуючи крутні моменти. У двогвинтових схемах один гвинт розташовується в передній частині фюзеляжу, а другий – в хвостовій. Така схема називається поздовжньою. У деяких гвинтокрилів ці два гвинти розташовані на кінцях поперечних виносних ферм (поперечна схема), за цією схемою виконуються літальні апарати з поворотними повітряними гвинтами. Нарешті, існують вертольоти з гвинтами, встановленими один над одним на одній осі, що обертаються в протилежних напрямках. Ця схема називається співвісною. Співвісна схема є однією з перших концепцій гвинтокрилів, проте вона знайшла практичне втілення лише в Радянському Союзі (вертольоти Н.І. Камова, який приступив до їх конструювання ще на початку 1920-х років). Хоча схема вертольота з несучим і хвостовим гвинтами виявилася найбільш придатною в багатьох аспектах, виникло бажання прибрати хвостовий гвинт, оскільки на його роботу витрачається частина потужності двигуна, а лопасті можуть становити небезпеку. Фірма «Макдоннелл–Дуглас гелікоптер» (США) розробила літальний апарат, на якому крутний момент гаситься за допомогою повітряного струменя, який видувається з хвостової частини вертольота. Регулюючи величину і напрям реактивної сили струменя, льотчик створює компенсуючий крутний момент [14].

Згідно з даними фахівців в даний час вертольоти становлять близько 40-50 % парку всіх літальних апаратів світу, що знаходяться в експлуатації. Темпи зростання парку цивільних вертольотів складають близько 15 % на рік. Настільки широке поширення вертольоти отримали завдяки певним перевагам у порівнянні з іншими типами літальних апаратів. Серед цих переваг найбільш істотними є здатність вертольота зависати на місці і виконувати вертикальний підйом і спуск. Це дозволяє здійснювати зліт і посадку на обмеженому просторі і, по суті, переводить вертолїт в клас безаеродромних літальних апаратів. Завдяки зазначеним перевагам вертолїт здатний виконувати завдання, недоступні літакам. До числа таких завдань відносяться крано-монтажні роботи, перевезення пасажирів і вантажів в райони, які не мають злітно-посадкових смуг, авіахімроботи у важкодоступних місцях, над садами і виноградниками. Широкий діапазон швидкостей польоту сприяє застосуванню гелікоптерів у пошуково-рятувальних операціях, інспекційних і оглядових польотах. Подальше вдосконалення вертолїтної техніки підвищує конкурентоспроможність її застосування в порівнянні з літаками в транспортних перевезеннях на малі і середні відстані, а також з іншими видами транспорту. Зростає роль вертолїтів і у військових сферах застосування. Вертолїт пройшов шлях від застосування в якості зв'язкового і легкого розвідувального до тактичного транспортного та основного бойового літального апарату. Останнім часом істотно зросла роль вертолїта як засоба протидії бронетанковій техніці, артилерії, вертолїтам і навіть літакам.

1.5. Військові вертольоти

Після появи у військах вертольотів їх майже відразу стали використовувати не тільки для транспортних та десантних операцій, але і безпосередньо для ведення бойових дій. Їх застосування визначило одну зі специфічних особливостей практично всіх післявоєнних конфліктів – активне використання аеромобільних операцій. При цьому наступаюча сторона під час висадки тактичного або оперативно-тактичного десанту використовує всі повітряні засоби сухопутних військ. Вертольоти в цей час не тільки висаджують десант, а й беруть участь у прикритті районів навантаження і вивантаження десанту, охорони « транспорту» на маршруті проходження, вогневої підтримки штурмових загонів безпосередньо на полі бою. В цей же час вертольотні частини обороняються, знищують живу силу, вогневі засоби і рухому наземну техніку наступаючих. Всі ці завдання екіпажі вертольотів виконують у тісній взаємодії з авіаційними частинами. В'єтнамська війна і наступні регіональні конфлікти довели високу ефективність вертольотів вогневої підтримки при боротьбі з танками. Для перевірки цих даних згодом провели навчання, умови яких максимально імітували реальну бойову обстановку. На танки і вертольоти встановлювалися спеціальні прилади для реєстрації « влучень» снарядів і ракет. Вони підтвердили, що співвідношення втрат в бою коливається від 3:1 до 10:1 на користь вертольотів. Це пояснюється використанням ними для бою різної зброї і принциповою відмінністю в маневрених можливостях. Танки використовують для захисту від вертольотів великокаліберні зенітні кулемети, а їх повітряний противник – протитанкові керовані реактивні снаряди (ПТУРСи). При цьому вертоліт може атакувати танк через природні укриття, перебуваючи за межами дальності дієвого вогню танкових зенітних засобів. У результаті вертоліт починає атаку залишаючись практично невразливим для танка і може багаторазово повторювати її. Тактичну і вогневу перевагу вертольота проти танка можна компенсувати тільки додатковими спеціалізованими зенітними засобами або повітряними винищувачами вертольотів [15].

У 1983 році армія США на конкурсній основі почала роботи за програмою **легкого багатоцільового вертольота LHX (Light Helicopter Experimental)**, які є розвитком більш ранніх дослідницьких програм легкого бойового вертольота LAH (Light Attack Helicopter) і вдосконаленого розвідувального вертольота ASH (Advanced Scout Helicopter). Вертольоти LHX призначалися для заміни бойових вертольотів Bell AH-1, багатоцільових вертольотів Bell UH-1 і розвідувальних вертольотів Bell OH-58 і Hughes OH-6. Передбачалося побудувати в 1990–1994 роках 4000–6000 вертольотів в розвідувальному LHX - SCAT і багатоцільовому

LHX - UTIL варіантах. Загальна вартість розробки вертольотів оцінювалася в 2,8 млрд доларів, а вартість виробництва 24–36 млрд доларів, що робило програму LHX наймасштабнішою з усіх вертолітних програм. Спочатку вимогами до вертольота LHX передбачалася максимальна швидкість 330–550 км/год, максимальна тривалість польоту 2,5 год, екіпаж з однієї людини і можливість перевезення 6 десантників або вантажу 600кг, озброєння – гармата, НАР, ПТУР і УР з прицільними системами і устаткування, що забезпечує пілотування у складних метеорологічних умовах і вночі. У 1983 році фірми Bell, Boeing–Vertol, Sikorsky і Hughes отримали контракти на дослідження вертольотів LHX, представивши в 1984 році ряд проектів, серед яких були одномісний літак вертикального зльоту і посадки з поворотними гвинтами (фірма Bell), двомісний вертоліт з крилом і рульовим гвинтом в кільцевому каналі (Boeing–Vertol), одномісний вертоліт із співвісними несучими гвинтами і штовхаючим повітряним гвинтом в кільцевому каналі (Sikorsky) і одномісний вертоліт з крилом і використанням струменя газів ВМД для врівноваження реактивного крутного моменту і створення пропульсивної тяги (Hughes).

Проведена у 1984–1987 роках оцінка проектів призвела до перегляду вимог до вертольота LHX, в першу чергу до відмови від максимальної швидкості 550 км/год, що дозволило виключити екзотичні проекти, розробка яких потребувала великого технічного ризику, був виключений також багатоцільовий варіант вертольота, і основне призначення було визначено як розвідувально-бойове, вертоліт було визнано доцільним робити двомісним. У 1991 році об'єднана команда фірм Boeing і Sikorsky, яка представила проект розвідувального бойового вертольота RAH-66, була визнана переможцем конкурсу. Перший політ дослідного вертольота RAH-66 «Comanche» відбувся 4 січня 1996, льотні випробування другого дослідного вертольота розпочаті в 1998 році, в 2001 році пройшли льотні випробування для оцінки початкових оперативних можливостей вертольотів, призначених для військових випробувань. Планувалось побудувати шість таких вертольотів [16]. Серійне виробництво розпочато в 2006 році, передбачається, що для потреб армії США буде побудовано 1292 вертольота загальною вартістю понад 34 млрд доларів. Розвідувально-ударний вертоліт RAH-66 «Comanche» призначений для збору та передачі тактичної розвідувальної інформації за допомогою вдосконаленого цифрового зв'язку в реальному масштабі часу, для ураження броньованих цілей на полі бою, управління бойовими діями, для координації атак ударних літаків і вертольотів, виявлення і знищення засобів ППО, командних пунктів тактичних балістичних ракет, а також ескортування бойових вертольотів AH-64 «Apache» і ведення повітряного бою.

Вертоліт RAH-66 «Comanche». Вертоліт виконаний за одногвинтовою схемою з двома двигунами, триопорним шасі і рульовим гвинтом в кільці (рис.

1.23). Фюзеляж виготовлений з широким застосуванням композитних матеріалів, передня частина має кесонну балку, хвостова балка каркасної конструкції, із стрілоподібним вертикальним і Т-подібним горизонтальним оперенням, кабіна екіпажу двомісна, з розташованими один за одним броньованими сидіннями льотчика і оператора озброєння. Скло кабіни виконано з плоских панелей. Підлога кабіни має панелі безпеки, які поглинають енергію удару при аварії. Зовнішня обшивка на 40 % виконана із зйомних панелей, виготовлених з використанням техніки «стелс»; двері, обтічники і інші другорядні конструкції виготовлені в основному з кевларових матеріалів.

Несучий гвинт п'ятилопастний, з безшарнірним кріпленням лопастей, повністю виготовлених з КМ, лопасті прямокутної форми в плані, із стріловидними кінцями, кріпляться за допомогою пружних елементів, у яких еквівалентне зміщення ГШ становить 9.5 % для підвищення маневреності. Рульовий гвинт діаметром 1,37 м, типу «фентейл», встановлений в кільцевому каналі вертикального оперення, лопасті з хордою 0,17 м розташовані асиметрично для зменшення рівня шуму. Шасі триопорне, з хвостовою опорою, прибирається в повітрі. Довжина амортизаційних стійок головних опор може регулюватися для зменшення стояночної висоти вертольота під час перевезення в транспортному літаку. База шасі становить 2,31 м. Силова установка складається з двох турбовальних двигунів ВМД Т800-ЛНТ-801 з вільною турбіною, розроблених спеціально для вертольота ЛН по конкурсній програмі фірмами Allison і Allied Signal, що об'єдналися у фірму LATEC (Light Helicopter Turbine Engine Company).



Рис. 1.23. Вертоліт RAH-66 "Comanche"

ГТД Т-800 мають модульну конструкцію і є першими американськими ГТД, розробленими з використанням метричної системи заходів. Розробка ГТД почалася одночасно з розробкою вертольота, в 1983 році, а в 1988 році двигун був

обраний армією для вертольота LH, в 1992 році після напрацювання 17000 год почалася підготовка до серійного виробництва. ГТД мають кільцевий повітрязабірник з пілозахисним приладом, двоступеневий відцентровий компресор, кільцеву камеру згоряння, двоступеневу турбіну приводу компресора і двоступеневу вільну турбіну, є цифрова система управління FADEC, яка покращує роботу двигуна і забезпечує його діагностику, зменшуючи завантаження на пілота. Розміри двигуна: довжина 0.64 м, ширина 0.55 м, висота 0.66 м, суха маса 143 кг. Швидкість обертання турбіни 23000 об/хв за допомогою редуктора зменшується на вихідному валі до 6000–6600 об/хв. Злітна потужність 1068 кВт. Двигуни розташовані з боків фюзеляжу в окремих обтічниках з бічними повітрязабірниками. Між ГТД розміщується ВСУ BTS 124 фірми Williams International, яка використовується для їх запуску та забезпечує роботу гідравлічної системи ВСУ, працює на протязі всього польоту [17].

Паливна система. Паливо міститься в центральному паливному баку ємністю 1142 л, можлива підвіска двох паливних баків ємністю по 1000 л або чотирьох баків загальною ємністю 3406 л для перегоночних польотів. Система управління електродистанційна, з двократним резервуванням, управління вертольотом можливо з обох кабін, обладнання кабін ідентично, з правого боку крісел пілота і оператора озброєння встановлені бічні рукоятки для управління, з лівого боку розташовані важелі управління двигунами, педалі управління відсутні. Є автопілот з режимом стабілізації по швидкості для польотів вночі та у складних метеоумовах і мовна система попередження про небезпечні режими. Електронне обладнання, виконане на надшвидкодіючих інтегральних схемах VHSIC, розміщується в трьох ізольованих відсіках з невеликим надлишковим тиском.

Головний комплексний блок виконання бойового завдання МЕР включає дві центральні БЦВМ із надлишковими можливостями фірми Westinghouse, шини даних з каналами передачі інформації (швидкість передачі інформації 800 Мбіт/с) MIL–STD 1553B і пов'язує в єдине ціле бортове електронне обладнання, системи зброї, датчики і чутливі елементи. З головним блоком виконання бойового завдання взаємодіють: об'єднана прицільно-навігаційна і зв'язкова система фірми «TRW», система може працювати в двох режимах: визначення координат вертольота або забезпечення секретності каналів зв'язку, одночасна робота системи в цих режимах неможлива через погану електромагнітну сумісність обладнання; система дозволяє передавати розвідувальну інформацію іншим вертольотам, літакам по закритому каналу зв'язку в реальному масштабі часу; навігаційна підсистема включає приймач супутникової навігаційної системи GPS та інерційну навігаційну систему на кільцевих лазерних гіроскопах; систему допомоги у виявленні та класифікації цілей АТІ/С; систему нічного пілотування NVPS, встановлену на верхній турелі в носовій частині вертольота; надалі можлива

установка РЛС кругового огляду «Longbow»; автоматизована система цілеуказання TAS, розміщена на нижній турелі в носовій частині фюзеляжу, включає ІК-систему переднього огляду FLIR другого покоління, цифрову телевізійну систему і лазерну систему підсвічування цілей для наведення ПТУР «Хеллфайр» (кути огляду 52° по азимуту і 35° по висоті); система може запам'ятовувати зображення для подальшого перегляду; зображення від ІК або ТВ системи може передаватися на багатофункціональні нашлемні дисплеї об'єднаної прицільної системи HIDS фірми «Кайзер Електронікс». На нашлемні дисплеї також можуть виводитися дані від різних систем і тривимірна цифрова карта фірми «Харріс»; портативний пристрій пошуку несправностей РІМА для самоконтролю, пошуку та усунення несправностей електронних систем; система життєзабезпечення фірми Hamilton Standard, призначена для захисту від хімічної, біологічної та радіологічної зброї, створює невеликий надлишковий тиск у кабіні екіпажу і відсіках електронного обладнання за допомогою подачі відфільтрованого і охолодженого повітря з навколишнього середовища.

Особливості конструкції і системи, що знижують помітність в радіолокаційному діапазоні: опуклі форми обшивки фюзеляжу з КМ з плоскими поверхнями; уступ внизу хвостової балки для направлення відображеного радіолокаційного сигналу убік від опромінюючої РЛС; прибирається в обтічник гармата і конформна підвіска озброєння; повністю виготовлений з КМ безшарнірний несучий гвинт; носова турель фасеточної форми для системи FLIR та нічного пілотування; радіопоглинаюче забарвлення; в ІЧ – діапазоні: система зменшення ІЧ- випромінювання, яка змішує гарячі вихлопні гази двигунів з навколишнім повітрям і випускає їх уздовж всієї довжини (близько 2м) плоских, звернених вниз панелей з кожного боку хвостової балки; через цю ж систему відводиться повітря з відсіків з електронним обладнанням; розміщення найбільш гарячих частин двигунів всередині планера вертольота; в акустичному діапазоні: п'ят'тилопастний несучий гвинт із стріловидними кінцями і рульовий гвинт типу «фентейл»; гармата може забиратися в обтічник на турелі знизу носової частини фюзеляжу [16].

Зазнавши невдачі з розробкою вдосконаленого бойового гвинтокрила Lockheed AH-56A «Cheyenne», що здійснювалася в 1962–1970 рр. за програмою AAFSS (вдосконалена бойова система для безпосередньої підтримки), витрати по якій перевищили 600 млн доларів і яка була оцінена як «приголомшливий провал», армія США намагалася використовувати бойові вертольоти проміжного типу: Sikorsky S-67, розроблений на базі вертольота S-61 (рис. 1.24) і Bell 309 «King Cobra», розроблений на базі вертольотів Bell 209 «Huey Cobra» і «Sea Cobra». Проте в 1972 році було встановлено, що жоден з цих вертольотів, також як і модифіковані гвинтокрили AH-56, не задовольняють вимогам армії, яка ви-

рішила почати нову програму вдосконаленого бойового вертольота ААН (Advanced Attack Helicopter).



Рис. 1.24. Вертоліт Sikorsky S-67

У листопаді 1972 року армія видала запити на пропозиції щодо конкурсної розробки вертольота ААН 10 фірмам, які представили свої проекти, а в червні 1973 року оголосила переможцями конкурсу фірми Bell і Hughes, яким були доручені розробка і будівництво експериментальних вертольотів, які отримали позначення YAH-63 і YAH-64 відповідно [18]. Перші експериментальні вертольоти здійснили польоти майже одночасно: вертоліт Bell YAH-63 – 1 жовтня, а вертоліт Hughes YAH-64 – 30 вересня (рис. 1.25). Обидва вертольоти були виконані за одногвинтовою схемою з рульовим гвинтом, двома ГТД та колісним шасі без можливості його прибирання. Однак на цьому їх схожість закінчувалась, оскільки вони мали різну компоновку і різні несучі системи. Вертоліт Bell YAH-63 з дволопастними несучим і рульовим гвинтами можна було розглядати як подальший розвиток вертольотів серії AH-1 і «King Cobra», в той час як вертоліт Hughes YAH-64 був, по суті, новим вертольотом. Після проведення оціночних випробувань в 1975-1976 роках армією США переможцем конкурсу за програмою ААН у грудні 1976 року був обраний вертоліт Hughes YAH-64 [19, 20]. Рішення про серійне виробництво 446 бойових вертольотів AH-64 було прийнято Міністерством оборони США в березні 1982 року, пізніше кількість споруджуваних за програмою для армії серійних вертольотів було збільшено до 545, потім до 684 і в 1989р до 811, в грудні 1994 р був поставлений останній 811-й вертоліт. Оціночна вартість програми розробки і виробництва 820 вертольотів AH- 64А, включаючи 9 експериментальних, становить 11,71 млрд. доларів, а середня ціна вертольота – 14,3 млн доларів.

Озброєння для всіх варіантів застосування включає триствольну гармату калібром 20 мм типу Гетлінга фірми General Electric / GIAT, час приведення гармати з обтічника в бойове положення 2 с, скорострільність по наземних цілях 750 пострілів/хв, по повітряних цілях – 1500 пострілів/хв, боекомплект: стандартний 320 снарядів, максимальний 500 снарядів. У двох відсіках озброєння, розміщених у

середній частині з обох сторін фюзеляжу: на внутрішній стороні на шести вузлах підвіски (по три на кожній ступці) можуть розміщуватися ПТУР «Hellfire» і УР «Stinger» класу «повітря-повітря»; на вертольоті протягом 15 хв можуть бути встановлені невеликі крила для розміщення на зовнішній підвісці додаткового озброєння (система EFAMS); із встановленою системою EFAMS вертоліт може нести на зовнішній підвісці 8 ПТУР «Hellfire» або 32 НАР «Гідра» калібром 70 мм у восьми блоках, або 16 УР «Stinger», або два підвісних паливних бака ємністю по 1627 л кожен для перегонного польоту при саморозгортанні, або два баки для тривалого бойового польоту ємністю по 871 л.

Вертоліт АН 64 Apache являє собою дуже вдалий зразок військового вертольота, поєднуючи низьку вагу, високу маневреність і солідний боєкомплект на борту (рис. 1.26). Вертоліт виконаний за одногвинтовою схемою з рульовим гвинтом. Фюзеляж суцільнометалевий типу напівмонокок з алюмінієвих сплавів. Кабіна екіпажу двомісна, з тандемним розташування сидінь; переднє сидіння стрілка опущено на 0,48 м вниз відносно до заднього сидіння льотчика.

Броня, що захищає кабінку екіпажу знизу і з боків, і броньована перегородка між сидіннями виготовлені з матеріалів на основі бору та повинні протистояти попаданню снарядів калібром 23 мм. На рівні плечей льотчика і стрільця є також висувні броньовані щитки. Скляні панелі кабіни виконані плоскими з метою зменшення відбиття світла. Вертикальне оперення стріловидне, горизонтальне розмахом 3,4 м, пряме, суцільноповоротне, розташоване знизу. Передбачено складання хвостової балки і відстиківка крила. Крило пряме, розмахом 5,23 м, із закрилками, які відхиляються вниз на 20° автоматично, в залежності від швидкості і висоти польоту.



Рис. 1.25. Вертоліт Hughes YAH-64

Під час посадки на режимі авторотації для розвантаження крила закрилки можуть відхилятися вгору на 45°. Крило зйомне, консолі кріпляться з боків кабіни і мають по два пілона для кріплення озброєння або підвісних баків, на кінцях крил також можуть встановлюватися УР. Несучий гвинт чотирьохлопастний, з

безшарнірним кріпленням лопастей. Лопасті прямокутної форми в плані, із стріловидними кінцями. Втулка виконана з алюмінієвого сплаву. Кріплення лопастей до втулок здійснюється за допомогою пакетів пружних пластин з нержавіючої сталі. Особливістю установки несучого гвинта є використання прикріпленого до фюзеляжу нерухомого порожнього вала, всередині якого проходить вал несучого гвинта. Лопасть має п'ять лонжеронів, виконаних з алюмінієвого сплаву, при пошкодженні одного з них працездатність лопасті зберігається; хорда лопасті 0,53 м, профіль ПН-02 має велику кривизну. Зкрутка лопасті – 9° , маса лопасті 77 кг. Рульовий гвинт чотирьохлопастний, встановлений з лівого боку кілія. Складається з двох дволопастних гвинтів, встановлених за Х-подібною схемою (лопасті розташовані під кутом 60° і 120° одна до одної). Кріплення лопастей до втулок здійснюється за допомогою торсіонів. У конструкції втулки використовуються еластичні підшипники. Силова установка складається з двох ГТД General Electric T700 - GE -701 потужністю по 1265 кВт, обмеженою для забезпечення резерву потужності в бойових умовах. При виході з ладу одного ГТД потужність другого автоматично збільшується до 1285 кВт.



Рис. 1.26. Вертоліт АН 64 Апаче

Двигуни мають модульну конструкцію і розміщені в гондолах з боків фюзеляжу. Редуктор двигуна знижує швидкість обертання вала з 17000-21000 до 9800 об/хв. Повітрязабірники кільцевого типу, з системою протиоледеніння і відцентровим фільтром твердих частинок. Для зниження теплового випромінювання встановлені сопла з пасивним охолодженням «Блек Хоул». Суха маса двигуна 192 кг, розміри 1,181x0,635x0,584 м. Трансмісія складається з головного і проміжних редукторів, несучого і рульового гвинтів, які зменшують швидкість обертання відповідно з 9800 до 300 об/хв, з 9800 до 3700 об/хв і з 3700 до 1400 об/хв. Вал приводу рульового гвинта виконаний з легких сплавів. Всі муфти трансмісії

мають великі розміри для підвищення живучості. Смазка здійснюється маслосистемою, яка включає два незалежних комплекти маслобаків, насосів і маслопроводів. Критичні ділянки забезпечені масляним гнотом, який продовжує змашування цих ділянок протягом 30 хв роботи при відмові обох маслосистем. Шасі триопорне, з хвостовим колесом, не прибирається. Головні опори мають підвіску по типу важеля з масляно-повітряними амортизаторами і можуть складатися назад для зменшення габаритів при транспортуванні. Шасі розраховане на нормальну швидкість зниження 3,0 м/с і 12,8 м/с при аварійній посадці. Система управління бустерна, дубльована. Основна система управління несучим гвинтом механічна, з гідропідсилювачем, захищена в критичних місцях додатковою бронєю. Резервна система управління несучим гвинтом електродистанційна. Система управління рульовим гвинтом складається з двох механічних систем (з жорсткою тросовою проводкою), рознесених одна від одної на максимально можливо відстань. При роботі запасної системи вертоліт може продовжувати політ протягом 30 хв. Паливна система складається з двох паливних баків загальною ємністю 1422 л, один з яких розташований під сидінням льотчика, другий – за головним редуктором. Гідравлічна система дубльована, з робочим тиском 20,6 МПа. Основна і допоміжні системи незалежні, служать для управління несучим і рульовим гвинтами. Допоміжна система забезпечує також управління гальмом несучого гвинта, системою зброї, допоміжною силовою установкою і закрилками.

Електронне обладнання включає радіостанції ARC-164 і AN/ARC-186, що працюють в КВ та УКВ діапазонах, доплерівську навігаційну систему ASN-128, що забезпечує автоматичне витримування вертольота над ціллю і політ в режимі проходження рельєфу місцевості, електронно-оптичну, прицільно-навігаційну систему нічного бачення TADS/PNVS, до якої входять лазерний далекомір і цілевказувач, систему нічного бачення FLIR, нашоломну систему індикації й прицілювання IHADSS, EOM для управління стрільбою і стабілізованого прицілювання. Засоби пасивного захисту складаються з приймача виявлення випромінювання радіолокації, передавачів перешкод, дипольних відбивачів і ІК хибних цілей. Озброєння складається з одноствольній гармати М 250 Е1 «Чейн Ган» калібром 30 мм, встановленої на турелі під фюзеляжем між основними стійками шасі, боезапас 1200 снарядів, скорострільність 625 пострілів на хвилину. Під крилом на чотирьох пілонах підвішуються 16 ПТУР «Хеллфайр» або 76 НАР калібром 70 мм. На кінцях крила можуть бути встановлені УР «Стінгер». Технічні дані АН-64А «Араче»: екіпаж 2, силова установка: 2 x ГТД General Electric T700-GE-701 потужністю по 1250 кВт, діаметр несучого гвинта 12,63 м, довжина з обертовими гвинтами 17,76 м, висота 4,22 м, максимальна злітна вага 9,225 кг, злітна вага в основному варіанті 6552 кг, вага порожнього 4881 кг, вага палива

1157 кг, максимальна швидкість при пікіруванні 365 км/год, крейсерська швидкість 296 км/год, скоропідйомність 14,6 м/с, динамічна стеія 6400 м, дальність польоту з запасом палива у внутрішніх баках 480 км, перегоночна дальність 1700 км, озброєння 16 ПТУР «Hellfire» [21].

Каман (Kaman) SH-2 Sea Sprite. Вертоліт розроблений фірмою Каман в другій половині 50-х років на замовлення ВМФ США (рис. 1.27, 1.28, 1.29). Він призначався для проведення пошукових і рятувальних операцій на морі. Однак найбільше поширення отримали його модифікації, призначені для боротьби з підводними човнами. Експериментальний вертоліт цього типу під позначенням HU2K-1 здійснив перший політ 2 липня 1959.



Рис. 1.27. Вертоліт Kaman SH-2 Sea Sprite



Рис. 1.28. Модифікація вертольота Kaman UH-2A



Рис. 1.29. Модифікація вертольота Kamov HH-2C

Вертольоти, які випускалися серійно (до середини 60-х років було побудовано близько 170 машин) мали позначення УН-2А і В і представляли собою виконані за одновинтовою схемою з кермовим гвинтом одновинтові вертольоти з тристійковим колісним шасі. Основні стійки шасі, забезпечені подвійними пневматиками, у польоті прибираються в ніші у фюзеляжі. Задня стійка з одним пневматиком не прибирається. Вертоліт має фюзеляж літакового типу, в передній кабіні якого розташовується екіпаж з двох чоловік, а у вантажній кабіні можуть розміститися до 10 осіб або відповідний за вагою вантаж. Для забезпечення можливості розміщення вертольота на кораблях невеликої водотоннажності хвостова балка і лопасті несучого гвинта виконані складними [22].

Характеристики. Силова установка: 2 UNL General Electric T700-GE-401 потужністю по 1285 кВт, діаметр несучого гвинта 13,41 м, довжина з обертовими гвинтами 16,03 м, довжина зі складеними носовою частиною і лопастями 11,68 м, висота зі складеними лопастями 4,14 м, злітна вага 6125 кг, вага порожнього 4173 кг, максимальна швидкість 256 км/год, крейсерська швидкість 220 км/год, швидкість підйому 12,4 м/с, динамічна «стеля» 7285 м, дальність польоту з двома ПТБ 885 км, озброєння 1-2 протичовневі торпеди Mk.46, ПКР, кулемети, НАР [23].

Силова установка на вертольотах модифікацій УН-2А і В складалася з одного газотурбінного двигуна потужністю 920 кВт. З метою поліпшення льотних характеристик і підвищення бойових можливостей вертольоти «Sea Sprite» неодноразово модернізувалися, при цьому були створені наступні модифікації: УН-2 «Tomahawk» – експериментальний вертоліт для підтримки наземних військ; оціночні випробування армією проводилися в 1963-1964 рр.

У носовій частині була розміщена турельна установка, на якій могли бути встановлені чотири кулемети М-6 калібром 7,62 мм з боезапасом 8000 патронів, гранатомет М-5 калібром 40 мм з боезапасом 150 гранат, одноствольна гармата М

-39 калібром 20 мм або триствольний гармата М -61 калібром 20 мм з боезапасом 300 снарядів. На пілонах з боків фюзеляжу встановлювалися два контейнери по 19 НАР калібром 70 мм або 6 ПТУР. УНН-2 – експериментальний вертоліт, розвиток УН-2А, з низькорозташованим крилом і додатковим ТРДД General Electric GE YJ85, встановленим на пілоні з правого борту фюзеляжу, проходив льотні випробування в 1963-1964 рр. для оцінки характеристик вертольота в польоті з великими швидкостями. УН-2С – модифікація з двома двигунами фірми General Electric Т58-GE-8В потужністю по 940 кВт кожен. З травня 1967 року в цю модифікацію переобладналися раніше випущені вертольоти модифікацій УН-2А і В. При цьому на них встановлювалося нове електронне обладнання для польотів у складних метеорологічних умовах, броньовий захист для екіпажу й озброєння (три кулемети калібром 7,62 мм). НН-2С – збройна модифікація для проведення пошуково-рятувальних операцій в умовах бойових дій під час в'єтнамської війни [24].

Вертольоти використовувалися частинами морської піхоти США. НН-2D – пошуково-рятувальний вертоліт для берегової охорони США. Поставка шести вертольотів цієї модифікації здійснена в 1970 році. SH-2D – багатоцільовий вертоліт з устаткуванням для пошуку і боротьби з підводними човнами. До складу екіпажу введений оператор бортового радіоелектронного обладнання. У 1971 році в цю модифікацію переобладнано 20 вертольотів УН-2. SH-2F – створена на початку 70-х років модифікація для багатоцільової системи LAMPS Mk.1, що включає вертоліт і корабель з відповідною радіоелектронною апаратурою. У складі цієї системи вертоліт забезпечує пошук, стеження та знищення підводних човнів противника, пошук і спостереження за надводними кораблями, цілевказання протикорабельних ракетних комплексів, а також проведення пошуково-рятувальних робіт і транспортування вантажів. Для виконання цих завдань на вертольоті змонтовано нове бортове радіоелектронне устаткування, що включає в себе пошукову РЛС, буксируваний магнітний визначник, приймач для виявлення суден і апаратуру для навігації та зв'язку. На вертольоті встановлені більш потужні двигуни Т58-GE-8F (по 990 кВт кожен) і новий несучий гвинт. У вересні 1983 р. фірма Капан відновила виробництво вертольота SH-2F «Sea Sprite» системи LAMPS Mk.1 [24].

Нові вертольоти призначені для базування на кораблях невеликої водотонажності, з яких вертольоти SH-60B «Sea Hawk» (рис. 1.30, 1.31) системи LAMPS Mk.3 використовуватися не можуть через велику вагу.



Рис. 1.30. Модифікація Kaman SH-60B



Рис. 1.31. Модифікація SH-2G

Відповідно до контракту до середини 1985 року в ВМС США поставлені перші 36 вертольотів. Загальна потреба становить близько 90 одиниць. Фірма Kaman за своєю ініціативою розробила варіант вертольота SH -2F. На відміну від попередньої, нова модифікація оснащена більш потужним газотурбінним двигуном T700 фірми General Electric. До інших її переваг західні фахівці відносять високу надійність, економічність (витрата палива знижена на 20 %), простоту конструкції і технічного обслуговування. Залежно від побажань замовника передбачено оснащення SH-2F різними зразками спеціального обладнання та озброєння. Так, вертоліт, на якому встановлена гідроакустична станція (замість радіо гідроакустичних буїв) і процесор, що обробляє поступаючу від неї інформацію, призначається для продажу Тайваню. За заявкою командування ВМС Південної Кореї вертоліт обладнується пошуковою РЛС і англійськими протикорабельними ракетами «Sea Skua». SH-2G «Super Sea Sprite» – створена наприкінці 80-х років модифікація, спрямована на підвищення бойових можливостей системи LAMPS Mk.1. На вертольоті встановлені нові високоекономічні двигуни фірми General Electric T700-GE-401C з максимальною потужністю на валу по 1360 кВт, до складу бортового радіоелектронного обладнання введені: шина ро-

зподілу даних, цифровий лічильно-обчислювальний пристрій, інфрачервона станція переднього огляду, інформація від якої передається на корабель, а також станція інфрачервоних перешкод і пристрій для скидання дипольних відбивачів і теплових пасток.

Озброєння цієї модифікації складається з однієї-двох малогабаритних протичовнових торпед Mk.46 або Mk.50. В інтересах боротьби з легкими надводними кораблями і літальними апаратами супротивника фірма Kamon опрацювала варіанти оснащення вертольотів SH-2G керованими ракетами класу «повітря-земля» («Maverick»), «Sea Skua», AGM-119 «Penguin» Mk.2) і «повітря-повітря» («Sparrow» і «Sidewinder») [24–27].

Модернізовані за стандартом G вертольоти «Sea Sprite» (більше 100 одиниць) залишаться на озброєнні авіації флоту США і на початку нового століття. Вертоліт одnogвинтової схеми з рульовим гвинтом, двома ГТД та трьохопорним шасі. Фюзеляж суцільнометалевий типу напівмонокок. Нижня частина зроблена водонепроникною для аварійної посадки на воду. Обтічник носової частини складається з двох створок на шарнірах, що складаються з обох сторін фюзеляжу для зменшення габаритів, необхідних для розміщення на авіаносці, в кабіні екіпажу розташовані три сидіння для двох льотчиків і оператора. У вантажній кабіні встановлюється лебідка рухомої гідроакустичної станції або магнітвимірювачі та обладнання системи LAMPS з сидінням для оператора. У кабіні можуть бути встановлені сидіння для чотирьох чоловік або двоє носилок. Передбачена можливість транспортування вантажів масою до 1815 кг усередині фюзеляжу або на зовнішній підвісці. З боків фюзеляжу є вузли кріплення підвісних баків або протичовнових торпед. На пілоні рульового гвинта встановлений некерований підкісний стабілізатор розмахом 2,97 м.

Несучий гвинт чотирьохлопастний, з шарнірним кріпленням лопастей. Лопасті з хордою 0,55 м, прямокутної форми в плані, виконані з КМ і мають систему керування з використанням сервозакрилків, лопасті можуть складатися вручну, втулка і кріпильні вузли виконані з титану. Швидкість обертання несучого гвинта 298 об/хв. Рульовий гвинт діаметром 2,45 м, чотирьохлопастний, з шарнірним кріпленням лопастей. Лопасті прямокутної форми в плані, що складаються, виконані з алюмінієвого сплаву і склопластику. Силова установка складається з двох ВМД General Electric 1700-GE-W1 потужністю по 1285 кВт, встановлених з обох сторін пілона несучого гвинта і мають осьові повітрязабірники. Шасі трьохопорне, з хвостовим колесом, основні опори з масляними амортизаторами, хвостова опора з масляно-пневматичним амортизатором. Колія шасі – 3,3 м за зовнішніми колесам, база шасі – 5,15 м. Розмір пневматиків основних коліс 450x160 мм, тиск 1,73 МПа, розмір пневматика хвостового колеса 250x125 мм, тиск –

1.1МПа. Загальна ємність паливних баків 1800 л, включаючи ємність двох зовнішніх допоміжних баків, складову 757 л. Вертоліт може бути забезпечений системою дозаправки паливом у польоті з кораблів (HIFR). Електросистема змінного струму напругою 115/220В живиться від трифазного генератора потужністю 15кВА, який використовується також для живлення системи протиоледеніння.

Електронне обладнання. Протичовнева система LAMPS Mk.1 включає: РЛС виявлення LN-66HP, систему забезпечення заходів радіоелектронної підтримки AN/ALR-66, тактичну навігаційну систему AN/ASN-123C, дві командні радіостанції дециметрового діапазону AN/ARC-159, магнітометр AN/ASQ-81, приймач сигналів від радіогідроакустичних буїв AN/ARR-75, самописець даних радіогідроакустичних буїв AN/ASA-26B і лінію передачі і прийому даних від радіогідроакустичних буїв AN/АКТ--22V, контейнер для 15 радіогідроакустичних буїв «Діфар» і радіогідроакустичних буїв спрямованого дії. На експортних варіантах вертольота можуть бути встановлені рухомі гідроакустичні станції, пристрої для обробки даних і ЕОМ для забезпечення виконання бойового завдання, пошукова РЛС, сумісна з протикорабельними ракетами «Сі Сьюа» і «Пінгвін». Додаткове обладнання включає вісім димових шашок Mk.25, вантажний гак для транспортування на зовнішній підвісці вантажів масою до 1815 кг і рятувальну лебідку вантажопідйомністю 270 кг, розташовану з правого боку фюзеляжу. озброєння включає одну або дві самонавідні протичовнові торпеди Mk.46. Передбачена можливість установки протикорабельних ракет, кулеметів і НАР.

Bell/Boeing-Vertol V-22 Osprey. Фірми «Белл» і «Боїнг–Вертол» з 1982 року здійснюють спільну розробку за програмою JVX (Joint Services Advanced Vertical Lift Aircraft) багатоцільового літака з вертикальним зльотом і посадкою (СВВП), з поворотними гвинтами, який повинен був у 2000-х роках надійти на озброєння ВМС, корпусу морської піхоти і ВПС США [28]. Програмі JVX передувала програма НХМ, вимоги до якої були сформульовані в 1980 році міністерством оборони США. За цією програмою в 1990- х роках передбачалася заміна десантно-транспортних вертольотів Sikorsky CH -53 і Boeing-Vertol CH-46 (рис. 1.32, 1.33). Серед проектів розглядалися СВВП із поворотними гвинтами. У 1981 році фірма «Белл» розробила дані про проект СВВП D.327, який був розвитком проекту пасажирського вертольота-літака D 326 і призначався для перевезення 24 десантників, а також для пошуково-рятувальних операцій. СВВП мав два поворотних гвинта діаметром 10,5 м, силова установка складалася з двох ГТД General Electric T-64 – GE-416 злітною потужністю по 3300 кВт. У носовій частині літака встановлюються турель з кулеметом калібром 7,62 мм і система нічного бачення. Максимальна злітна маса при вертикальному зльоті 15740 кг, а при зльоті з коротким розгоном – 19050 кг. Максимальне навантаження 4540 кг, крейсерська швидкість близько 480 км/год, бойовий радіус 370 км. Наприкінці

1981 року за розгляд проекту військового бюджету США на 1983 фінансовий рік було висунуто вимогу до розробки удосконаленого СВВП, який міг би використовуватися всіма видами збройних сил, за спільною програмою за участю армії, корпусу морської піхоти, ВМС і ВПС, що передбачає створення багатоцільового літального апарату JVX [29]. Технічна група у складі представників усіх видів збройних сил і NASA провела порівняльний аналіз різних схем апаратів вертикального зльоту, серед яких були вдосконалений вертоліт, гвинтокрил, вертоліт із співвісним несучим гвинтом, СВВП із поворотними гвинтами і СВВП із підйомно-маршовими ТРДД, і прийшла до висновку, що СВВП із поворотними гвинтами зможе виконувати всі види завдань, передбачених у програмі JVX.



Рис. 1.32. Вертоліт Boeing-Vertol CH-46



Рис. 1.33. Модель Bell XV-15

Первісна розрахункова вартість програми JVX становила 25 млрд доларів з урахуванням НДДКР (2.5 млрд доларів) і виробництва 1086 літаків: 552 – для корпусу морської піхоти, 284 – для армії, 200 – для ВПС і 50 – для ВМС. На початку 1983 р. було визначено основні вимоги до СВВП JVX: виконання тривалого польоту з крейсерською швидкістю 465 км/год; швидкість при атаці 510–555 км/год; злітна маса 17240 – 18145кг; максимальне корисне навантаження 4540 кг; максимальна маса вантажу на зовнішній підвісці 3765 кг; діапазон перевантажень від +4 g до -

1g; виконання розвороту на 180° при швидкості 465 км/год за 15 с або менше; вертикальна швидкість зниження 10,2 – 15,2 м/с; набір висоти 4570 м з максимальним навантаженням в кабіні при одному працюючому двигуні, політ на одному двигуні до цілі і посадка з пробігом довжиною близько 30 м при швидкості вітру 28 км/год, максимальна дальність польоту 3700 км без дозаправки; максимальний бойовий радіус приблизно 1300 км; статична межа висоти без урахування впливу землі 1220 м при температурі 35°C . В кінці 1983 року стратегічне авіаційне командування ВПС провело оцінку можливості використання СВВП JVX для патрулювання і охорони баз балістичних ракет MX. На початку 1984 року були уточнені колишні і додані нові вимоги до СВВП JVX. Зокрема, міжремонтний термін служби основних динамічних систем повинен бути не менше 1500 год (середній час обслуговування 5 людино-годин на одну льотну годину).

Життєвий цикл вертольота був заданий у розрахунку на 20 років при експлуатації в побутових умовах. Критичні елементи конструкції повинні витримувати попадання куль калібром 7,62 і 12,7 мм, а також виконувати свої функції при попаданні снарядів калібром 30 мм. Необхідні характеристики: мінімальні радіолокаційна, теплова, візуальна, акустична та електромагнітні помітності; засоби захисту екіпажу та електрооптичних датчиків від впливу лазерної зброї; знаходження на плаву протягом 2 год при вимушеній посадці на воду, при 4-бальних хвилях; ухилення від ураження ЗУР при виконанні радіоелектронної розвідки з урахуванням безпечного вертикального зниження зі швидкістю не менше 10,1 м/с (бажано 17,8 м/с); розміщення у вантажній кабіні 12 поранених на носилках у супроводі двох санітарів або чотирьох вантажних піддонів розміром 1,02x1,22м; система заправки паливом у польоті; зліт і посадка при нахилі глісади 12° ; перевезення вантажів масою 4540 кг (бажано 5440 кг) на зовнішніх вузлах підвіски; герметизація кабіни екіпажу та використання вдосконаленого радіоелектронного обладнання; катапультні крісла, які забезпечують евакуацію у польоті і на землі; розрахункова дальність польоту без проміжної заправки має бути збільшена до 3810 км при швидкості не менше 465 км/ч. Влітку 1983 фірми «Белл» і «Боїнг-Вертол» повідомили перші відомості про проект СВВП, що отримав позначення «Модель 901-X» і розробленому з урахуванням досвіду проектування і випробувань експериментального СВВП Bell XV-15 (рис. 1.33) [30].

СВВП має два трилопастних поворотних гвинта діаметром 11,6 м, силову установку з двох ГТД General Electric T-64-GE-717 потужністю по 3300 кВт. Максимальна злітна маса вертольота 901-X при вертикальному зльоті 18145 кг, а при зльоті з коротким розгоном – 22680 кг. У кабіні вертольота можуть розміститися 24 десантника. Максимальна крейсерська швидкість 590 км/год. У грудні 1983 року ВМС видали фірмам «Белл» і «Боїнг-Вертол» контракт вартістю 18,4

млн доларів на будівництво макетів у натуральну величину СВВП 901-Х. У травні 1984 року велика частина досліджень за програмою JVX була завершена. Після ретельного вивчення вимог кожного роду військ були визначені чотири типи бойових завдань, які повинні виконувати вертольоти JVX. СВВП JVX, призначені для корпусу морської піхоти, повинні перевозити 24 озброєних десантника загальною масою 2610 кг на відстань 370 км зі швидкістю 460 км/год і здійснювати політ на режимі висіння з цим навантаженням на висоті 915 м при температурі 33°C, у варіанті для матеріально-технічного постачання – вантаж на зовнішніх вузлах підвіски масою 3765 кг на відстань 93 км зі швидкістю 460 км/год. ВМС передбачають використовувати вертоліт JVX в якості пошуково-рятувального.

Під час виконання рятувальної операції повітряне судно повинно здійснювати політ на режимі висіння на висоті 2135 м при температурі 28°C. ВПС мають намір застосовувати СВВП JVX для перевезення 12 десантників або вантажів масою 1300 кг в кабіні. Радіус польоту 1300 км, крейсерська швидкість 460 км/год. Повітряне судно повинно літати на режимі висіння без урахування впливу землі на висоті 1525 м при температурі 32°C. Армія вважає, що транспортні вертольоти JVX будуть проміжним кроком до вдосконалення транспортних гвинтокрилих апаратів ACR (Army Cargo Rotorcraft). JVX у варіанті для армії буде розрахований для перевезення 24 солдатів, або 12 поранених на носилках, або вантажу масою 4540 кг в кабіні. З навантаженням 4540 кг (в кабіні або на зовнішній підвісці) СВВП буде мати радіус польоту 55 км при швидкості 460 км/год і температурі повітря 35°C; статична межа висоти 1220 м. Перегоночна дальність 3890 км. Було намічено побудувати 6 дослідних апаратів для льотних випробувань і 3 статичних для втомних випробувань. Перший дослідний апарат планували передати для льотних випробувань на початку 1988 року, а наступні п'ять – протягом року. Судна № 1 і № 3 планували використовувати для визначення льотних характеристик і явища втоми, а апарат № 2 – для випробувань системи управління і силової установки.

Вертоліт № 4 планували використовувати ВПС для експлуатаційних та оціночних випробувань, а також в якості дублера вертольота № 2 для випробувань силової установки. СВВП № 5 і № 6 мали проходити експлуатаційні та оціночні випробування в підрозділах корпусу морської піхоти і ВМС, а також використовуватися для перевірки радіоелектронного обладнання. Зразки № 1 і № 2 повинні мати крісла катапультивання. Загальний обсяг льотних і оціночних випробувань повинен був скласти 4200 год. Льотчики фірм «Белл» і «Боїнг-Вертол» повинні налітати 2900 год, а решта 1300 год будуть припадати на льотчиків ВМС, ВПС і корпусу морської піхоти. Програму

всіх льотних випробувань планували завершити до кінця 1991 року. У 1985 році проектом СВВП, розробленим за програмою JVX, було присвоєно позначення V-22 «Osprey» (рис. 1.34). До цього часу були проведені випробування семи моделей СВВП в аеродинамічних трубах загальною тривалістю 4700 год, а також випробування експериментальних вертольотів-літаків Bell XV-15 тривалістю більше 500 год, під час яких були досягнуті швидкість в горизонтальному польоті 503 км/год, в пологому пікіруванні – 635 км/год і перевантаження 3.1g.



Рис. 1.34. Bell Boeing V-22 “Osprey”

Створення першого експериментального вертольота V-22 було завершено 23 травня 1988 на заводі фірми «Белл» у Форт-Уерта, а його перший політ відбувся 19 березня 1989 року, через півроку після встановленого терміну. Перший політ другого дослідного СВВП V-22 відбувся 9 серпня 1989, а четвертого – 21 грудня 1989 року, потім третього. До середини 1991 роки чотири експериментальних СВВП налітали 585 год і зробили більше 400 польотів, досягнувши таких результатів: швидкість в горизонтальному польоті – 396 км/год, швидкість в пологому пікіруванні – 647 км/год, перевантаження 2.3 g ; межа висоти 6560 м, перегоночна дальність 2442 км. Були продемонстровані: перевезення вантажу масою 1815 кг на зовнішній підвісці зі швидкістю 327 км/год, посадка на палубу десантного вертольотоносця «Уосп», моделювання польоту за приладами і імітація заправки паливом у польоті. Під час першого польоту п'ятого експериментального СВВП V-22 11 липня 1991 сталася аварія. Під час польоту на режимі висіння на висоті 4,5 м апарат здійснив різкий крен вліво, зачепив гондолою за ЗПС і впав. Обидва льотчики катапультиувалися, при цьому один з них отримав легкі поранення. Аварія була викликана порушенням електричної мережі в системі управління. Літак був зруйнований, і його вирішено було не ремонтувати. Випробування вертольотів, що залишились були продовжені, і вони до середини 1992 року здійснили ще 150 польотів. Однак 20 червня 1992 сталася катастрофа

четвертого експериментального зразка під час перехідного режиму (з літакового на вертолітний), коли гондоли з гвинтами були повернені на 60°. На борту були помічені спалахи вогню. Судно впало з висоти 8 м. На борту знаходилися три члени екіпажу і чотири співробітники фірми «Боїнг», вони загинули. Пальоти СВВП були припинені і відновлені тільки через рік, після допрацювання конструкції поворотних гондол і паливної системи.

На початку 1994 року під час льотних випробувань СВВП V-22 виявився бафтинг на великих кутах атаки і ризикання. Причиною бафтинга виявилися вихори, що сходять з обтічника стику крила з фюзеляжем. Для усунення бафтинга було вирішено встановити з боків верхньої частини фюзеляжу перед обтічником горизонтальні аеродинамічні гребені і провести випробування СВВП № 3 з встановленими гребенями. Наприкінці грудня 1994 фірми «Белл» і «Боїнг Гелікоптер» спільно з командуванням авіаційних систем ВМС завершили останній етап роботи з критичного аналізу стану програми СВВП V-22 «Osprey» і остаточно затвердили конструкцію серійного СВВП. Перші СВВП V-22 «Osprey» надійшли на озброєння корпусу морської піхоти США в 2001 році [30, 32]. Міністерство оборони США планує закупівлю 523 СВВП: для корпусу морської піхоти – 425 під позначенням MV-22, для ВМС – 48 під позначенням HV-22 і для ВПС – 50 під позначенням CV-22.

Апарати MV-22 призначені для заміни військово-транспортних і десантних вертольотів Boeing-Vertol CH-46 [33]. Варіант HV-22 повинен використовуватися в основному в якості пошуково-рятувального, а CV-22 – для виконання спеціальних завдань. Програмою початкового серійного виробництва передбачається випуск 16 СВВП V-22. Програма повномасштабного випуску повинна була початися в 1996 фінансовому році, і її планами передбачається щорічний темп будівництва в 24 літаки до 2021 фінансового року. Серійне виробництво модифікації CV-22 почалося в 2001 фінансовому році. З 1985 року в США міністерство оборони, федеральне управління цивільної авіації-FAA-і NASA проводять дослідження проектів цивільних СВВП із поворотними гвинтами на базі проекту СВВП Bell/Boeing V-22 «Osprey». У 1993 році в Конгресі США представниками FAA і міністерства транспорту сформований комітет, що займається вивченням можливості розробки та економічної доцільності цивільних СВВП із поворотними гвинтами. Фірми «Белл» і «Боїнг» планують провести першу демонстрацію громадянського СВВП, що є розвитком V-22, в 1996-1998 роках. Поява цивільних СВВП із поворотними гвинтами в експлуатації можна очікувати після 2000 року.

Конструкція. СВВП виконана за схемою високоплану з прямим крилом, дво-кілевим оперенням, двома ГТД і двома поворотними гвинтами в гондолах на кінцях крила. Фюзеляж напівмонококового типу з прямокутним перетином. Довжина фюзеляжу 17,47 м. Конструкція повністю виготовлена з КМ (маса фюзеле-

ляжу 1500 кг). Бічні обтічники використовуються для збирання основних опор шасі і розміщення додаткових паливних баків та обладнання систем кондиціонування. У передній частині фюзеляжу розташована тримісна кабіна екіпажу, в якій встановлені броньовані катапультні крісла, здатні витримувати попадання куль калібром 12,7мм і перевантаження 50g в поздовжньому напрямку і 14,5 g — у вертикальному.

З правого боку фюзеляжу в передній частині знаходяться вхідні двосекційні двері, верхня секція відкривається вгору і всередину кабіни, а нижня відкривається вниз і назвоні має вбудований трап. У кабіні розмірами 7,37x1,53x1,3 м, об'ємом 24,3 м³ зможе розміститися на сидіннях вздовж бортів 24 десантника з озброєнням або 12 поранених на носилках з супроводжувачами санітарами. Крило високорозташоване, з невеликим кутом зворотного стрілоподібного кесонного типу з двома лонжеронами і постійною хордою, яка дорівнює 2,54 м. Майже повністю виготовлено з графітоепоксидних КМ. Верхня і нижня панелі обшивки монолітної конструкції. Трисекційні носи консолей крила виготовлені з алюмінієвого сплаву з стільниковим заповнювачем «номекс».

Крило встановлено на круговій опорі діаметром 2,3 м, виконаній з нержавіючої сталі і забезпечує поворот крила вздовж фюзеляжу при розміщенні СВВП на палубі авіаносного корабля. Поворотні гвинти з трьома трапецієвидними лопастями. Коренева хорда лопасті 0,87 м, кінцева — 0,56 м. Лопасті виготовлені з вугле- і склопластиків. У конструкції шарнірів лопастей використовуються еластичні підшипники. Гвинти мають системи гальмування і складання лопастей. Гвинти пов'язані між собою синхронізуючим валом, прокладеним всередині крила. Поворот гондол здійснюється за допомогою гідроприводу з гвинтовим механізмом. Елементи оперення повністю виконані з графітоепоксидного матеріалу. Стабілізатор (розмах 5,61 м, площа 8,22 м²) встановлено над хвостовим обтічником фюзеляжу. Загальна площа двох вертикальних кілів 12,45 м². Шасі трьохопорне, прибирається в польоті, зі спареними колесами. Носова опора прибирається назад у відсік під передньою частиною фюзеляжу. Основні опори вбираються в бічні обтічники. Конструкція шасі розрахована на посадку з вертикальною швидкістю 4,5 м/с. Колеса основних опор мають дискові вуглецеві гальма. Колія шасі 4,62 м [33]. Силова установка складається з двох ГТД Allison T406-AD-400, встановлених в поворотних гондолах на кінцях крила разом з гвинтами. Турбовальний ГТД має 14-ступінчастий осьовий компресор, кільцеву камеру згоряння, двоступеневу турбіну газогенератора і двоступеневу силову турбіну. Витрати повітря 16,1 кг/с, ступінь підвищення тиску 14, питома витрата палива на режимі максимальної тривалої потужності 0,19 кг/к.с. год. Двигун має редуктор і систему управління FADEC. Довжина двигуна (без редуктора) 1,96 м, ширина — 0,67 м, висота — 0,86 м. Маса сухого двигуна 440 кг.

Паливна система має 13 баків – відсіків ємністю 8645 л. У кожному бічному обтічнику фюзеляжу в передній частині є по одному баку-відсіку, в правому обтічнику в задній частині є додатковий бак. У кесонах консолей крила знаходяться 10 баків-відсіків, пара зовнішніх баків служить в якості витратних. На носку правої консолі крила розташовано штуцер заправки паливом під тиском, на верхній поверхні кожної консолі є по одній горловині системи заправки самопливом. Збоку в нижній частині носової секції фюзеляжу передбачений вузол кріплення штанги заправки паливом у польоті. Для перегоночних польотів у вантажній кабіні можлива установка двох додаткових паливних баків із загальною масою палива 7235 кг.

Система управління. Для управління на вертолітних режимах використовуються системи управління загальним і циклічним кроком поворотних гвинтів. У крейсерському польоті для поперечного управління використовуються два зовнішніх елевона, для поздовжнього керування служить односекційне кермо висоти площею 4,82 м², а для колійного – кермо напрямку на вертикальних кілях. Привід поверхонь управління здійснюється за допомогою гідропідсилювачів і електродистанційної системи управління з потрійним резервуванням. Механізація крила складається з чотирьох секцій елевонів, зовнішня пара яких використовується для поперечного управління. Площа елевонів 4,12 м². Привід елевонів здійснюється за допомогою ЕДСУ і гідропідсилювачів. Бортове обладнання включає дві незалежні і одну запасну гідравлічну систему з робочим тиском 350 кг/см². До складу електричної системи входять два генератори змінного струму (40 кВа), два генератори постійного струму (50/60 кВа), випрямлячі, перетворювачі, акумуляторна батарея ємністю 15 А год. Кінці крила і вертикальних кілів мають систему протиоледеніння з надувними протекторами. Лобове скло, передні кромки повітрязабірників двигунів, лопасті і коки гвинтів мають електрообігрів. Радіоелектронне обладнання складається з навігаційної системи TACAN, систем VOR/ILS, радіозв'язного обладнання УКХ і КВ-діапазонів, системи розпізнавання та ін. Інформація від радіоелектронного обладнання виводиться на чотири кольорових дисплея. У кабіні є п'ятий дисплей – для відображення карти місцевості.

Використовується РЛС AN/ARO-174 для забезпечення польотів в режимі проходження рельєфу місцевості, на судні встановлено дві ЕОМ AN/AYK-14 для обробки бойового завдання, для екіпажу передбачено використання нашлемних окулярів нічного бачення, що забезпечують пілотування в нічних умовах; для попередження про атаку ракетами класу «повітря–повітря» є система AN/AAR-47. озброєння залежить від варіанту СВВП. Передбачені місця для кріплення в кабіні кулеметів калібром 7,62 і 12,7 мм, а під носовою частиною фюзеляжу – турелі з гарматами. Є також вузли для підвіски торпед проти морських суден, протикорабельних керованих ракет і ракет класу «повітря-повітря».

Технічні дані СВВП V-22 «Osprey». Силова установка: 2 ГТД Allison T406-AD-400 потужністю по 4585 кВт, діаметр поворотних гвинтів 14,02 м, довжина зі складеними крилом і гвинтами 19,09 м, висота на землі з гондолами у вертикальному положенні 6,35 м, висота зі складеними крилом і гвинтами 5,61 м, максимальна ширина з обертливими гвинтами 25,78 м, розмах крила (без урахування гондол) 14,02 м, злітна вага 27440 кг, вага порожнього обладнаного 13995 кг, запас палива 6215 кг, крейсерська швидкість на вертолітному режимі 185 км/год, крейсерська швидкість на літаковому режимі 555 км/год, максимальна висота в статичному режимі без урахування впливу землі 915 м, дальність польоту при вертикальному зльоті зі злітною вагою 21150 кг та корисним навантаженням 5445 кг; 2225 км, при зльоті з коротким розгоном зі злітною вагою 24950 кг та корисним навантаженням 9070 кг – 3340 км.

1.6. Перспективи вертолітобудування, основні тенденції

У зв'язку із ситуацією в останні роки:

1. По мірі зменшення технічного ресурсу вертольотів, які ще залишились в експлуатації в Україні проявляється інтерес до створення власних вертольотів.
2. Придбання вертольотів спеціалізованих підприємств за кордоном неможливо через надмірну вартість апаратів.
3. Відсутність покупців на малопотужні двигуни ТВД типу АІ-450 за кордоном.

Ці фактори призвели до створення в 2000 році вертолітного відділення на базі ВАО «МоторСіч» (м. Запоріжжя).

Проектуючи вертоліт, слід переосмислити традиційні поняття про складність техніки, пам'ятати, що вертоліт може бути створений тільки на певному етапі досконалості його конструкцій, що дозволить витримати баланс мас, при дотриманні необхідного мінімуму льотно-експлуатаційних якостей апарату. А це можливо, коли авіаційна техніка та наука досягнуть в історичному плані певного рівня.

За думкою російських спеціалістів-вертольотчиків, потрібно 10-15 років щоб КБ «дозріло» до проектування вертольотів. Звідси і довга історія становлення вертольота.

Заміна двигуна ГТД-350, яким оснащені базові вертольоти Мі-2, на новий АІ-450 дозволяє збільшити ресурс машини та підвищити тактико-технічні характеристики. Наприклад, ГТД-350 має годинну витрату палива 350 л/год, АІ-450 – близько 150 л/год. Окрім цього на Мі-2 буде встановлено більш досконала авіоніка, бортове обладнання та ін.

Турбовальний двигун АІ-450 призначено для використання в якості маршової силової установки вертольотів різного призначення в класі вантажопідйомності 1500-4000 кг. Конструкція двигуна виконана за двохранторною схемою, включаючи ротор газогенератора та ротор вільної силової турбіни. Потужність двигуна АІ-450 на злітному режимі складає 465 к. с., при максимальному крейсерському – 300 к.с.

В останні роки можна спостерігати поступове розширення ринку користувачів техніки. Поряд з традиційними ринками Південно-Східної Азії, Азії та країн Африки до експлуатації нового вертолітного парку долучаються країни Південної Америки, зокрема Бразилія та Аргентина.

Американські експерти компанії Honeywell прогнозують, що в період 2012-2022 рр. обсяг ринку може перевищити 11600 вертольотів. При цьому 48 % з них будуть легкими одномоторними, 18 % – легкими двомоторними, 28 % – середніми двомоторними вертольотами. І тільки 7 % ринку припаде на важкі вертольоти, хоча за вартістю їх частка складе 22 %.

Найближчі п'ять років найбільший попит на нові вертольоти спостерігатиметься в Європі і країнах Північної Америки (26 %), на другому місці – Латинська Америка (22 %) , далі – Азія (20 %). Сукупний попит на нову техніку в країнах Близького Сходу та Африки становить 6 %.

Українські виробники не можуть залишатися осторонь зростання вертолітного ринку. Як варіант пропонується консолідація зусиль шляхом створення холдингу «Вертольоти Україна», до складу якого на правах концесії доцільно включити державне підприємство «Конотопський авіаремонтний завод Авіакон», «Севастопольське авіаційне підприємство», «Харківське державне авіаційне виробниче підприємство» (ХДАВП). Але крім консолідації необхідно визначити сегмент техніки, на якому доцільно концентрувати об'єднані зусилля .

При цьому, за словами Богуслаєва, ВАТ «Мотор Січ» приділяє велику увагу тій категорії літаків і вертольотів, які не випускаються в Росії. Це невеликі 4-6 -місні вертольоти. Підприємство зараз працює в цьому напрямку спільно з австрійцями. Вертольоти з злітною масою 5-7 т потрібні на авіаринку. Загальна тенденція в Європі – середній вертоліт, як для збройних сил, так і для цивільного сектора. Для такого вертольота ВАТ «Мотор Січ» має і новий двигун – МС-500В.

Але при цьому слід пам'ятати, що довести таку складну роботу, як створення нового зразка або глибоку модернізацію раніше випущеної техніки без внутрішніх замовлень підприємства не зможуть.

2. ОГЛЯД ДІЮЧИХ ВЕРТОДРОМІВ СВІТУ. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВЕРТОДРОМІВ

2.1. Огляд діючих вертодромів

Власний вертолітний майданчик вже давно не розкіш. Це зручний транспортний вузол для забезпечення робочих потреб МНС, МВС і ГБДД, Міноборони та прикордонної служби, швидкої допомоги, госпіталів і лікарень, перевезення пасажирів і вантажів, обстеження територій, газопроводів і нафтопроводів, лісового та міського патрулювання, геологорозвідки, будівельно-монтажних робіт і туризму.

Вертодроми бувають державні, відомчі, муніципальні, приватні. Вертодром не вимагає великої площі, все, що необхідно для будівлі вертодрому це рівна поверхня для вертолітного майданчика, комплект мобільного освітлення, обладнання для обслуговування вертольотів, модуль управління, ангар.

Вертодроми є в усіх великих містах, особливо розвинені вони там, де є великі водні артерії, що дозволяють вертольотам вільно переміщатися над ними. Наприклад – у Нью-Йорку близько 320 посадочних майданчиків на дахах, в Москві – більше 20.

У геліпорті зазвичай є один або декілька вертолітних майданчиків, а також необхідна інфраструктура – заправка, освітлення, вітровказівник, а також ангари. У великих містах у геліпорті може перебувати також митниця. Зазвичай геліпорт знаходяться ближче до центру міста, ніж аеропорт, що дає перевагу в швидкості переїзду пасажирів до місця призначення.

Вертолітні майданчики часто влаштовуються біля лікарень, де вони потрібні для прискорення термінової доставки пацієнтів з серйозними травмами і для прийому пацієнтів з віддалених регіонів, де немає місцевих лікарень необхідного рівня (рис. 2.1). У межах міста вертолітні майданчики, зазвичай, розташовані на даху лікарні (рис. 2.2).

Геліпорти не мають ніякої орієнтації і не мають стандартного маркування як злітно-посадочні смуги. У деяких американських містах вказують максимально допустиму вагу вертольота в тисячах фунтів. Таким чином, «12» у колі означає, що максимальна вага приземляється вертольота – 12000 фунтів.



Рис. 2.1. Вертолітний майданчик клінічної лікарні госпіталю № 1 Красноярська



Рис. 2.2. Вертолітний майданчик на даху госпіталю SHONAN Kamakura, м. Камакура

Геліпорт зазвичай позначений одним освітленим колом або квадратом навколо майданчика TLOF (англ. touchdown & lift-off area) для приземлення і зльоту і іншим – навколо повної області приземлення FATO (англ. final approach & takeoff area). ICAO і FAA рекомендують зелений колір для підсвічування обох майданчиків. Колишнім стандартним кольором був жовтий, і він досі використовується. Залежно від власника і юрисдикції колір може відрізнятись. Вогні TLOF і FATO можуть бути доповнені поверхневими широкими смугами світла. Вітровказівник завжди повинен бути підсвічений. Візуальні системи курсу (типу NAPI, PAPI, і т.д.) рекомендуються ICAO і FAA, але рідко встановлюються через високу вартість щодо решти частини системи освітлення. У той час як аеропорти зазвичай використовують постійний

струм 6,6А, освітлення вертолітної станції зазвичай використовує змінний струм. Звичайно застосовується радіоконтроль пілотом через наземний контролер [35, 36].

Сертифікований вертодром «АП Зліт» розташовується в м. Москві (Солнцево) в 4 км. від МКАД (рис. 2.3). Він має всі умови для базування і обслуговування до 20 вертольотів різних типів. Оснащеність вертодрому та наявність необхідних служб дозволяють виконувати польоти вдень і вночі.



Рис. 2.3. Вертодром АП «Взлет», Москва

Близьке розташування до основних магістралей: метро – знаходиться в 2 км за московською кільцевою автодорогою (МКАД) між двох шосе – Боровським (продовження Мічурінського проспекту) та Київським шосе (продовження Ленінського проспекту) і метро Південно-західна. До найближчого метро Південно-Західна слідує кілька автобусів, які доходять до станції за 15-35 хвилин (залежно від заторів на дорозі).

До 2014 року в безпосередній близькості від вертодрому в Рум'янцево буде також побудовано станцію метро, будівництво вже розпочато.

Базування. Незважаючи на згадану простоту, питання базування повітряного судна має ряд нюансів:

1. Вертоліт потрібно не просто поставити на майданчик, а розмістити його в ангарі, а якщо це зимовий період, то ангар повинен бути теплим.

2. Вертоліт потребує надійної охорони, регулярного технічного обслуговування, підготовки до польотів, аеронавігаційного забезпечення.

Компанія має свій сертифікований вертодром, розрахований на обслуговування вертольотів 20 різних типів. Є відкрита стоянка і декілька ангарів – теплих і холодних. На території вертодрому знаходиться диспетчерський пункт і паливні заправки. Територія вертодрому знаходиться під цілодобовою охороною.

Вибір місця базування – невід'ємна частина придбання вертольота. Його не обов'язково тримати в аеропорту, оскільки немає необхідності в злітно-посадковій смузі. Тим не менш, такий варіант розміщення можливий, але дорогий.

Якщо власник не проживає в забороненій зоні для польотів, він може побудувати власний вертолітний майданчик на своїй земельній ділянці після погодження з авіаційною владою. Вартість її будівництва залежить від рівня технічного оснащення та швидкості зведення майданчика. Але не варто забувати, що вертоліт вимагає регулярного обслуговування, підготовки до польотів і охорони. Ці проблеми вирішує базування на території аероклубу.

Компанія «Авіааркет» має свій ліцензований вертодром, розрахований на 80 вертолітоміст. Є відкрита стоянка і декілька ангарів – теплих і холодних. Роботи з ремонту та обслуговування вертольотів легше проводити в опалюваних ангарах, особливо взимку. Поруч знаходиться диспетчерський пункт і паливні заправники. Таким чином, всі питання від передпольотного огляду до капітального ремонту можна вирішити прямо на місці базування. Територія вертодрому знаходиться під цілодобовою охороною.

У зв'язку з поповненням парку новими моделями, «Авіааркет» у 2011 році ввів в експлуатацію ангарний комплекс для газотурбінних вертольотів.

Вертодром на острові Російському у м. Владивосток зданий до прийому президентів саміту АТЕС-2012 (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Вертодром на острові Російський

Злітно-посадкова смуга нового вертодрому на острові Російському прийняла перші гвинтокрилі машини Мі-8. Льотчики Східного регіонального командування Внутрішніх Військ МВС Росії дали високу оцінку об'єкту, генеральним підрядником якого є ВАТ «УСК МОСТ».

Державний замовник проекту – Федеральне агентство повітряного транспорту Міністерства транспорту РФ, замовником-забудовником виступає ФГУП «Адміністрація цивільних аеропортів (аеродромів)», генеральний підрядник – ВАТ «УСК МОСТ».

Сучасний об'єкт на острові Російському включає злітно-посадкову смугу зі штучним покриттям – для зльоту і посадки вертольотів по літаковому, сполучені

руліжні доріжки, перон на чотири місця стоянки гвинтокрилих машин з можливістю незалежного вирулювання. Майданчик обладнаний усіма необхідними засобами для управління повітряним рухом. В даний час завершуються роботи з благоустрою вертодрому, який після Саміту АТЕС-2012 використовуватиметься для потреб Далекосхідного федерального університету і жителів острова Російського [39].

Вертодром Токіо. Вертодром Токіо – це вертодром розташований у спеціальному районі Кото (рис. 2.5). В основному, використовується для чартерних рейсів у регіоні Великого Токіо. Доступ до аеропорту здійснюється через станцію Син-Кіба. Близько 15 компаній працюють з цим вертодромом. Відділ поліції Токійського метрополітену, Токійське відділення пожежної охорони, Відділення пожежної охорони Кавасакі та інші громадські організації використовують засоби цього вертодрому.

Спочатку, Татсумі, використовуваний з 1964 р., цей вертодром отримав назву «Токійський Вертодром» в 1971 р. У цьому ж році він переїхав до Син-Кіба. Удосконалення в 1989 і 1990 рр. привели його до нинішнього вигляду (Рис. 2.5) [40].



Рис. 2.5. Вертодром в Токіо

Вертодром в Петербурзі. Останні роки в Росії заявлено про організацію вертолітного комерційного руху в повітрі (рис. 2.6). У 2009 році була прийнята схема розвитку і розміщення об'єктів інфраструктури повітряного транспорту на території міста. Передбачається, що до 2025 року в Петербурзі буде сформовано мережу вертолітних майданчиків (26 об'єктів, з яких 2 – нині діючі) і вертодромів (5 об'єктів) загального користування. Причому, мова йде не тільки про вертольоти МНС або медичних служб, а й про можливість використання цих майданчиків для особистих авіазасобів громадян та приватних компаній. Схема також передбачає розміщення 19 об'єктів, що формують міську опорну мережу вертодромів. Це три вертодроми, на території яких зможуть розміститися до 120 вертольотів, а також 16 посадкових майданчиків.



Рис. 2.6. Вертодром в Петербурзі

Основний майданчик вертодрому вже працює у вертолітному центрі Хелідрайв. Вертодром повністю введений в експлуатацію, де вже базується 15 вертольотів. Найближчим часом буде зведена друга будівля, там вже буде близько 100 вертольотів. Площа вертодрому – 8 гектарів, основні його будови чудово проглядаються з Кільцевої автодороги і межують з Пулково-2. Є заправний комплекс, сервісний центр для ремонту та обслуговування вертольотів. Будуть ще спа-комплекс, ресторан, тренажерний зал. Плани у інвесторів грандіозні - тільки загальний обсяг інвестицій складе більше одного мільярда доларів. Очікується, що в найближчі роки кількість вертольотів збільшиться як мінімум удвічі, у повітряному просторі Петербурга буде вже близько 200 вертольотів [41].

Вертодром «Дніпро-1», Київ. Обладнаний за останнім словом техніки майданчик може одночасно приймати і відправляти 2 вертольоти класу «МІ-8», саме такі переважно використовують вітчизняні рятувальники. Вони можуть взяти на борт до 15 чоловік і чотири тони вантажу. Може використовуватися для гасіння пожежі безпосередньо з водозливним пристроєм, МІ-8 прямо в Дніпрі може набрати воду і гасити пожежу, особливо на верхніх поверхах.

Перший заступник голови КМДА О. Мазурчак взяв участь у відкритті першого в Києві майданчика для вертольотів на Парковій алеї, яке відбулося 6 червня 2012 року (в найближчому майбутньому в Києві планується відкриття ще 16 вертолітних майданчиків). Спочатку вони необхідні для оперативного транспортування тяжкохворих та надання екстреної медичної допомоги. Відкриття вертодрому відбулося саме напередодні футбольного свята не випадково, адже під час Євро-2012 у разі виникнення надзвичайної ситуації, ми повинні бути готові швидко відреагувати на неї, зазначив О. Мазурчак.

В урочистостях з нагоди введення в експлуатацію Центру адміністративно-ділової авіації взяли участь віце-прем'єр-міністр України – міністр інфраструктури України Б. Колесніков та директор турніру УЄФА «Євро-2012»

в Україні М. Лубківський. Присутні оглянули вертолітний майданчик та ознайомилися з роботою Центру, а працівники МНС продемонструвати можливості його використання для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

На Парковій алеї, 16а, під президентським вертодромом «Дніпро-1», почали будувати виставково-конгресовий комплекс «Парковий» (рис. 2.7, 2.8). У його складі почне працювати один з найбільших у Східній Європі дата-центрів, а на 2014 рік заплановано відкриття виставково-конгресного комплексу площею 20 тис. кв м.



Рис. 2.7. Макет вертодрому на Парковій алеї



Рис. 2.8. Вертодром Дніпро-1

На першому поверсі розміститься виставковий простір, 11 переговорних кімнат з усім необхідним обладнанням та зона відпочинку. Стіни-перегородки тут будуть мобільними, завдяки чому планування першого поверху можна буде міняти.

На другому поверсі будуть два крила: перше займуть два зали для корпоративних заходів, друге відведуть під зону коворкінгу (простір з офісним

обладнанням) з погодинною оплатою. 1500 кв.м цього простору також розділять на дві частини: одна буде представляти собою лаундж-зону, друга – типове офісне приміщення. На третьому поверсі комплексу відкриють ресторан і концертно-конгресовий зал, розрахований на 1,5 тис. осіб.

Замовник об'єкта – компанія «Амадеус К^о», яка раніше отримала територію під будівництво вертодрому. Архітектурну концепцію внутрішнього простору розробляють британське бюро Charman Taylor і компанія «Раден» у співавторстві з архітекторами зі Словенії. Серед проектів Charman Taylor – інтер'єри Arena City і Ocean Plaza.

Вертодром в Каневі (рис. 2.9). У рамках підготовки до Євро-2012 у Канівському районі Черкаської області в селі Пекарі розпочато спорудження вертолітного майданчика вартістю 96 млн. грн. із пасажирським терміналом з пропускною здатністю 50 пасажирів на годину з під'їзною дорогою. Будівництво здійснюється в рамках Державної цільової програми підготовки та проведення в Україні фінальної частини чемпіонату Європи з футболу [42].

Вертодром «Ялта» (рис. 2.10). Вертодром «Ялта» сертифікований за всіма стандартами, в тому числі міжнародного ІКАО (Міжнародної організації цивільної авіації). Польоти виконуються вертольотами, які забезпечені комфортабельними кріслами для пасажирів і люками для огляду місцевості. Розроблено 11 прогулянкових маршрутів: від мінімального оглядового 20-хвилинного польоту, за бажанням замовника, до 400 км уздовж усього південного узбережжя. Відтепер усі охочі мають можливість побачити ПБК з висоти пташиного польоту.



Рис 2.9. Вертодром в Каневі



Рис. 2.10. Вертодром в Ялті

Вертодром університетської клініки Аахен (рис. 2.11). Університетська клініка Аахен (УКА) є найбільшою лікарнею в Європі, розташованої в Аахені (Німеччина). Включає безліч спеціальних клінік, теоретичних і клінічних інститутів та інших науково-дослідних установ, лекційні зали, школи для роботи в галузі медицини і т.д.



Рис. 2.11. Вертодром університетської клініки Аахен

Для забезпечення швидкого транспортування пацієнтів був споруджений вертодром, пов'язаний безпосередньо з реанімаційним відділенням клініки. З метою економії тут одночасно базується 2 вертольота. Відповідає всім вимогам ICAO [43].

Окрім вертодромів та вертолітних майданчиків, які призначені для користування державними закладами (МНС, медичні заклади та ін.) в найближчому майбутньому слід очікувати зростання кількості приватних вертодромів. Зокрема це стосується житлових комплексів пре-міум-класу у великих містах та висотних споруд. Постійні затори на дорогах в мегаполісах змушують шукати альтернативні засоби пересування, зокрема освоювати повітряний простір. Напри-

клад, в Москві, через перевантаженість мережі доріг Мінтранс запропонував забезпечити пересування чиновників виключно на гелікоптерах, відсутність кортежів на дорогах дозволить дещо зменшити кількість заторів. Поки що реалізацію цієї ідеї відклали, але очевидно не на довгий час.

У Москві вже існує інфраструктура для польотів на вертольотах, яка включає ветродром «Солнцево» і вертолiтні майданчики. Так, наприклад, посадочними майданчиками обладнані міські клінічні лікарні. Крім того, все частіше майданчики для вертольотів з'являються на дорогих житлових комплексах. Зокрема, такі майданчики є у проєктах «Міракс Парк», «Крилатська панорама», «Скай Форт», «Янтарний Місто», «Едельвейс», «Академдом», «Кронштадський», Respect Hall, «Піраміда», «Дирижабль», Gazoil City, Well House, «Олена» та ін (рис. 2.12, 2.13). Втім, як зауважує генеральний директор компанії «Домус фінанс» П. Лепіш, поки приватні польоти над Москвою заборонені. «Незважаючи на офіційне зняття з 1 листопада 2010 року багато бюрократичних бар'єрів для малої авіації, простіше літати над Москвою не стало, – погоджується з ним гендиректор ГК «МосРеґіонСтрой» Л. Герасимова. Повітряний простір над столицею як і раніше залишається забороненою зоною для приватних польотів.



Рис. 2.12. Вертолiтний майданчик в ЖК Янтарне м. Москва

Враховуючи тенденції щорічного збільшення кількості автомобілів в найближчому майбутньому слід очікувати розвиток пасажирських вертолiтних перевезень на території колишнього СРСР.



Рис. 2.13. Вертолітний майданчик в ЖК «Алые паруса» (Москва)

За кордоном використання вертольотів в пасажирських перевезеннях вже набуло широкого використання. Нью Йорк, наприклад, налічує понад 300 вертолітних майданчиків.

Вертодром Манхеттена (Downtown Manhattan Heliport). Ця споруда є прикладом того, як вертолітні перевезення повинні використовуватися для пасажирських перевезень та перевезень посадових осіб (рис. 2.14).

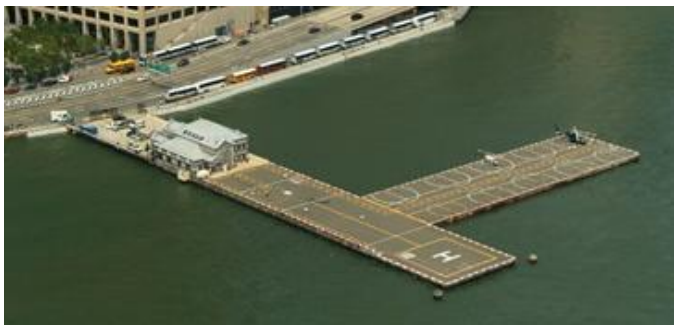


Рис. 2.14. Вертодром Downtown Manhattan Heliport

Вертодром розташований в центрі Манхеттену та являє собою один із найдосконаліших вертодромів світу та забезпечує максимальний комфорт пасажирів. Особливу зручність користувачам дає зручне розташування вертодрому – біля Уолл-стріт в декількох хвилинах від аеропортів Кеннеді, Ньюарк Ліберті, LaGuardia та Teterboro, що робить його дуже зручним для туристів, екскурсантів, бізнесменів.

Вертодром включає в себе адміністративні приміщення, центр керування польотами, приміщення для пілотів, приміщення для тимчасового зберігання вантажів, зал для почесних гостей та звичайний зал очікування. Вертодром забезпечує першокласний сервіс для користувачів, окрім пасажирських перевезень

виконуються також перевезення цінних паперів та ін. Вертодром та всі його елементи відповідають найбільш жорстким вимогам безпеки FAA (Federal Aviation Administration). Окрім цього це перший вертодром на якому було використано напівавтоматична система пожежогасіння, до оригінальних технічних рішень також слід віднести використання баржі для стоянки повітряних суден [44].

Вертодром Лондон в Баттерсі. Лондон є основним і найбільш перспективним вертолітним майданчиком столиці. Об'єкт розташований на південному березі Темзи 5,6 км на північний захід від Вестмінстерського мосту і Вестмінстерського палацу, між мостом Wandsworth і залізничним мостом Баттерсі. Новий вертодром, реконструкція якого триває вже протягом двох років, отримає цінні додаткові стоянки вертольотів, повністю перебудоване і вдосконалене диспетчерське та протипожежне обладнання.

З моменту свого відкриття в 1959 році вертодром обслужив понад 450000 вертолітних операцій, і, як і раніше, забезпечує життєво необхідну транспортну комунікацію в самому центрі Лондона.

Пасажирські зали нового терміналу обладнані хорошою звукоізоляцією і кондиціонерами. Також є переговорні кімнати, конференц-зал, підземна парковка, а також спеціальний вертолітний майданчик для особливої конфіденційності (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Вертодром в Лондоні

Вертодром Монако (рис. 2.16) розташований в районі Fontvieille в князівстві Монако. Вертолітний майданчик є єдиною установою авіації в Монако. Він був відкритий за підтримки князя Реньє III в 1976 році тільки з одним вертолітним майданчиком. Вертолітний майданчик розташований прямо на узбережжі Середземного моря в безпосередній близькості від Stade Louis II і вертолітного майданчика Chariteau. Існує єдина структура терміналу на вертолітний майданчик і три ангара, два на сході і один із західного боку вертолітного майданчика.

Збудовано підземний паркінг, для пасажирів є ділянка для висадки в передній частині терміналу. У компанії Des Автобус Монако діє два автобусних маршрути, у яких всі зупинки в безпосередній близькості від вертолітного майданчика.

Вертодром Кардіф – це вертолітний майданчик розташований в районі Кардіф, Уельс. Знаходиться в двох кілометрах від центру міста (рис. 2.17).

Вертолітний майданчик належить Кардіфській Ракомпанія Veritair Ltd за угодою із владою стосовно довгострокової оренди цього об'єкту. Вартість будівництва вертолітного майданчика становить 3,8 млн. фунтів стерлінгів. Виконуючи функції цивільного вертодрому Кардіф є водночас базою для вертольотів поліції Південного Уельсу. Під час масштабних спортивних подій вертодром здатен обслуговувати значні пасажирські рейси. Він може обробити більше ніж 180 злітно-посадочних операцій вертольотів за добу, а на стоянці може розміститися до 40 повітряних суден в будь-який час.

Вертодром в селищі Миколаївка (Камчатка, Росія). В даний час ТОВ Авіаційна компанія «Вітязь-Аеро» почала будівництво нового, сучасного аеродрому, що відповідає всім вимогам аеропорту місцевих повітряних ліній у селищі Миколаївка (Камчатка, Росія).

Аеропорт такого рівня, призначений для обслуговування пасажирів, вантажу, туристичних груп та всіх хто використовує вертоліт на Камчатці буде єдиним у своєму роді. Гарний аеровокзал, паркова зона, зручний під'їзд, доброзичливий персонал залишатимуть приємні спогади про поїздку (рис. 2.18).



Рис. 2.17. Вертодром в Кардіффі (Уельс)



Рис. 2.18. Сучасний аеропорт місцевих повітряних ліній
в селищі Миколаївка (Камчатка, Росія)

Аеропортовий комплекс включає склад паливно-мастильних матеріалів, гараж для спеціального автотранспорту, використання якого передбачає надання послуги з доставки вантажу і пасажирів від місця розташування замовника до вертольота і навпаки. Авіаційно-технічна база (з повним комплексом всього необхідного для обслуговування вертолітного і літакового парку) включає також великий ангар. Завдяки цьому аеропорт матиме можливість приймати і обслуговувати авіатехніку сторонніх організацій.

У перспективі розвитку планується будівництво готельного комплексу в безпосередній близькості до аеропорту, що дозволить звести витрати часу і грошей всіх пасажирів до мінімуму. Також в районі планується створення курортної зони котеджного типу з індивідуальними басейнами з термальною водою для груп туристів, які використовують вертоліт під час свого перебування на Камчатці. На території аеропорту буде функціонувати облаштоване і затишне кафе з видом на льотне поле доступне для всіх охочих.

2.2. Сучасні технології в будівництві вертодромів

В рамках відкриття першого в Україні вертодрому Heliport, який було зведено із використанням конструкції SPRUNG, відбулася презентація новітніх технологій будівництва вертодромів (рис. 2.19).



Рис. 2.19. Загальний вигляд ангару ззовні та зсередини

Вертодром Heliport, побудований на території спортивного аеродрому Гідро-порт – це ще один етап розвитку будівництва вертодромів в Україні. На території цього вертодрому в найближчий час буде організовано станцію технічного обслуговування вертольотів Robinson, а також інших легких повітряних суден.

Основа конструкції – несучі арки з суцільнотягнутого алюмінію і попередньо напружені багатошарові архітектурні мембрани, які володіють високим ступе-

нем захисту від агресивних впливів навколишнього середовища. Особлива конструкція несучих арок створює багато корисного простору всередині – по висоті до 27 метрів, по ширині до 61 метра, що дозволяє використовувати конструкцію Спранг для дуже широкого спектру завдань в авіації і не тільки (рис. 2.20). Це може бути і цех збірки авіатехніки, ремонтні майстерні, цех зберігання авіазасобів і термінали аеропортів, різні підрозділи аеродромів. Довжина конструкцій не обмежена [45, 46].



Рис. 2.20. Ангар із штучним освітленням, фрагмент презентації вертодрому

Вдень всередині закритої конструкції світло і немає необхідності витратити електроенергію. На рис. 2.21 наочно видно роботу світлопрозорих панелей в стелі ангара, які створюють ефект «природного ліхтаря».

Кут нахилу несучих арок створює дуже важливі переваги конструкції – самоскидання снігу і високу вітрову стійкість.

Будь-який розміщений об'єкт (автомобіль, яхта, літак, вертоліт) всередині конструкції виглядає дуже вигранно, конструкція створює дуже красиве і правильне освітлення, відчуття невагомості, почуття повітря і висоти (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Розташування легких літаків в ангарі, ворота ангара комбінованого типу

Конструктивне рішення, а згодом і призначення використання конструкції визначають ворота. Конструктив Спранг дозволяє встановити ворота будь-якої конфігурації і виробника. Ще однією важливою перевагою Спранг є можливість виконати технологічний вріз в будь-якому місці конструкції та будь-якої конфі-

гурації. Це дозволяє організувати перехід (коридор) до іншого будівлі або організувати цілу систему переходів, використовуючи той же конструктив і різноманітне обладнання.

Конструкцію можна утеплити спеціальними панелями з ековати (200 мм), які поставляються в комплекті. Утеплену конструкцію можна використовувати для житлових чи офісних приміщень, при температурах - 50 або + 50 вона збереже тепло або необхідну прохолоду.

Відсутність зварних з'єднань дозволяє, при необхідності, розібрати конструкцію і звести її на новому місці. Особливо це важливо для об'єктів з постійним розвитком інфраструктури. Довговічність і якість всіх елементів конструкції гарантує виробник. Так, наприклад, на несучі алюмінієві арки виробник визначив термін гарантії 30 років.

Стосовно будівництва самих вертолітних майданчиків (їх покриття), то слід відзначити, що в останні роки широкого використання набули композитні матеріали (вуглепластик, склопластик) [45]. Використання таких матеріалів дає низку переваг порівняно із традиційними матеріалами (рис. 2.22):

- міцність така ж, як і у бетонних конструкцій;
- не виникає корозії, тріщин, зколів;
- мають значно меншу вагу;
- майже не потребують обслуговування;
- можуть бути спроектовані в будь-якій конфігурації і встановлені в будь-якому важкодоступному місці;
- облаштовуються захисними сітками, а також рампами, доріжками та сходами;
- час монтажу мінімальний;
- можуть бути збільшені в подальшому до будь-яких розмірів;
- легко переміщуються на нове місце;
- мають красивий та сучасний дизайн.



Рис. 2.22. Вертодром на рівні земної поверхні, виконаний з композитних матеріалів

Вертодром клініки de Cruses в Баракальдо Більбао (Іспанія). Цей вертодром розташований на даху клініки de Cruses. Він поєднується безпосередньо із опіковим центром, реанімацією, відділом інтенсивної терапії та іншими підрозділами клініки за допомогою ліфта. Використання вертодрому для доставки пацієнтів, які знаходяться в тяжкому стані, дозволяє скоротити час доставки в декілька разів, що значно підвищує шанси на одужання (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Вертодром клініки de Cruses (Іспанія)

Покриття вертодрому спирається на вісім сталевих стовпів, які передають навантаження на несучі елементи споруди. Сама плита настилу виконана з композитних матеріалів. Використання цих матеріалів дало змогу виконати основні роботи на землі, а потім виконати монтаж готової плити настилу, що значно пришвидшило процес будівництва. Клас вогнестійкості конструкції покриття М1 вертодрому відповідає всім вимогам ICAO [47].

Класифікація вертодромів

Вертодроми, залежно від приналежності, поділяються на наступні категорії [48]:

- цивільної авіації;
- експериментальної авіації;
- державної авіації.

Класифікація аеродромів (вертодромів) цивільної, експериментальної та державної авіації в залежності від їх використання, розмірів злітно-посадкової смуги і несучої здатності їх покриття, а також залежно від устаткування аеродромів (вертодромів) засобами зв'язку, світлосигнального і радіотехнічного забезпечення польотів визначається відповідними уповноваженими органами у сферах авіації.

Залежно від виду поверхні злітно-посадкової смуги летовища (вертодроми) можуть бути з штучним покриттям, ґрунтові, снігові, льодові і гідроаеродромами, а також на плавучих баржах, суднах та інших спорудах [48].

2.3. Експлуатація вертодрома

Експлуатантом аеродрому (вертодрому), аеропорту визнається фізична або юридична особа України, а також іншої держави відповідно до міжнародних договорів, ратифікованих України, яка використовує аеродром (вертодром), аеропорт на праві власності або інших законних підставах [49,50].

Експлуатантом міжнародного аеропорту може бути тільки юридична особа.

Експлуатант аеродрому (вертодрому), аеропорту:

- забезпечує та контролює дотримання безпеки польотів та авіаційної безпеки на території аеропорту, аеродрому (вертодрому), у тому числі фізичними та юридичними особами, які здійснюють діяльність на території аеродрому (вертодрому), аеропорту;
- створює комісію з контролю за діяльністю, яка може становити загрозу безпеці польотів на приаеродромній території;
- веде добовий план по прийому й відправленню повітряних суден, забезпечує його виконання, веде облік і аналіз регулярності відправлень, злетів і посадок повітряних суден;
- представляє звіти про дотримання безпеки польотів, авіаційної безпеки, аудиторські, бухгалтерські звіти за запитом уповноваженого органу у сфері цивільної авіації;
- має право закриття аеродрому (вертодрому), аеропорту для прийому і відправки цивільних повітряних суден у зв'язку з технічними і метеорологічними умовами, загрозливими безпеці польотів повітряних суден;

- має право здійснювати неавіаційну діяльність, при цьому витрати на здійснення такої діяльності не повинні прямо або побічно впливати на тарифи за регульовані послуги.

Кандидат на посаду першого керівника експлуатанта аеропорту повинен відповідати кваліфікаційним вимогам, що встановлюються уповноваженим органом у сфері цивільної авіації.

Експлуатант аеродрому (вертодрому), аеропорту відповідно до типової інструкції з управління безпекою польотів в аеропортах зобов'язаний впровадити систему управління безпекою польотів в залежності від обсягу та складності виконуваних польотів [49, 50].

***Діяльність в аеропортах.** До складу діяльності в аеропортах входять наступні послуги [51]:*

- забезпечення зльоту і посадки;
- забезпечення авіаційної безпеки;
- забезпечення зустрічі та випуску повітряних суден;
- технічне і сервісне обслуговування повітряних суден;
- обслуговування пасажирів, обробка багажу, вантажів, поштових відправлень;
- забезпечення цивільних повітряних суден, об'єктів і служб аеропорту паливно-мастильними матеріалами та спеціальними рідинами, контроль за їх якістю;
- забезпечення експлуатантів цивільних повітряних суден та інших споживачів спеціальними автотранспортними засобами та обладнанням;
- забезпечення пасажирів, екіпажів харчуванням в аеропортах і цивільних повітряних судах;
- інформаційно-довідкове обслуговування пасажирів, екіпажів, населення з наданням необхідних даних у галузі цивільної авіації;
- інші послуги, перелік яких, включаючи операції, що входять в ці послуги і в послуги, зазначені в цьому пункті, затверджуються уповноваженим органом у сфері цивільної авіації спільно з уповноваженим органом, що здійснює керівництво у сферах природних монополій та на регульованих ринках.

На території аеропорту послуги може надавати експлуатант аеропорту та інші організації на конкурентній основі, за винятком діяльності, віднесеної законодавством України про природні монополії і регульованих ринках до регульованих послуг аеропортів. Вимоги до таких організацій, порядок та умови їх допуску до надання послуг на території аеропортів встановлюються Правилами забезпечення доступу постачальників послуг (товарів, робіт) до здійснення аеропортівської діяльності, затвердженими уповноваженим органом у сфері цивільної авіації спільно з уповноваженим органом, що здійснює керівництво у сферах природних монополій і на регу-

льованих ринках, і державним органом, що здійснює керівництво у сфері захисту конкуренції та обмеження монополістичної діяльності.

Експлуатант аеропорту не має права необґрунтовано відмовляти іншим організаціям у здійсненні аеропортівської діяльності на території аеропорту, за винятком діяльності, віднесеної законодавством України про природні монополії і регульованих ринках до регульованих послуг аеропортів.

Рішення експлуатанта аеропорту про відмову у здійсненні аеропортівської діяльності іншим організаціям може бути оскаржена до суду [51].

Сертифікація і допуск до експлуатації. Аеродроми (вертодроми), які використовуються цивільною авіацією, а також аеродроми спільного використання та базування повинні відповідати нормам придатності до експлуатації аеродромів (вертодромів) цивільної авіації [52-54].

Класифікований аеродром, вертодром допускається до експлуатації після отримання експлуатантом аеродрому (вертодрому) сертифіката про їх придатність та свідоцтва про державну реєстрацію.

Некласифікований аеродром, тимчасові аеродроми і посадочні майданчики допускаються до експлуатації відповідно до Правил визначення придатності до експлуатації некласифікованих і тимчасових аеродромів і посадочних майданчиків, затвердженими уповноваженим органом у сфері цивільної авіації.

Порядок допуску аеродромів (вертодромів) державної авіації до експлуатації визначається уповноваженим органом у сфері державної авіації.

Некласифікований аеродром, тимчасові аеродроми і посадочні майданчики, використовувані в інтересах державної авіації, допускаються до експлуатації відповідно до Правил експлуатації аеродромів (вертодромів) державної авіації України.

Порядок сертифікації аеродромів (вертодромів), що використовуються у сфері цивільної авіації, визначається Правилами сертифікації та видачі сертифіката придатності аеродрому (вертодрому).

Відмова у видачі сертифіката придатності аеродрому (вертодрому) проводиться у випадках, якщо:

- аеродром (вертодром) не відповідає нормам придатності до експлуатації цивільних аеродромів (вертодромів);

- експлуатант аеродрому (вертодрому) не відповідає вимогам.

Уповноважений орган у сфері цивільної авіації призупиняє дію сертифіката придатності аеродрому (вертодрому) на строк до шести місяців у випадках:

- недотримання експлуатантом аеродрому (вертодрому) сертифікаційних вимог;

- за заявою експлуатанта аеродрому (вертодрому).

Якщо експлуатант аеродрому (вертодрому) у встановлений строк не усунув виявлені невідповідності підстави зупинення, уповноважений орган відкликає сертифікат придатності аеродрому (вертодрому).

За погодженням з уповноваженим органом у сфері цивільної авіації допускаються тимчасові відступи від норм придатності до експлуатації аеродромів (вертодромів), якщо такі відступи компенсуються введенням додаткових заходів, що забезпечують рівень безпеки польотів, еквівалентний встановленому.

Відповідальність за забезпечення безпеки польотів, відповідності сертифікаційним вимогам, придатності до експлуатації протягом усього періоду експлуатації аеродрому (вертодрому), тимчасового аеродрому та посадкового майданчика покладається на експлуатанта [52-54].

Державна реєстрація. Аеродроми (вертодроми), які використовуються з метою цивільної авіації, крім некласифікованих і тимчасових, підлягають державній реєстрації в Державному реєстрі аеродромів (вертодромів) цивільної авіації [50,51].

Державну реєстрацію аеродромів (вертодромів) цивільної авіації, аеродромів спільного використання та спільного базування, а також видачу відповідного свідоцтва про державну реєстрацію цих аеродромів (вертодромів) здійснює уповноважений орган у сфері цивільної авіації в порядку, що визначається Правилами державної реєстрації аеродромів (вертодромів) цивільної та експериментальної авіації, затвердженими уповноваженим органом у сфері цивільної авіації.

Державну реєстрацію аеродромів (вертодромів) державної авіації, а також видачу відповідного свідоцтва про державну реєстрацію аеродрому (вертодрому) здійснює уповноважений орган у сфері державної авіації.

Некласифіковані і тимчасові аеродроми, посадочні майданчики підлягають обліку їх експлуатантами в порядку, визначеному уповноваженими органами у сферах цивільної та державної авіації.

Відмова у державній реєстрації аеродрому (вертодрому) проводиться у разі неподання або неповного подання документів, передбачених Правилами державної реєстрації аеродромів (вертодромів) цивільної та експериментальної авіації, або подання недостовірних відомостей.

Забудова в межах привертодромної території. Проектування, будівництво та розвиток міських і сільських поселень, а також будівництво та реконструкція промислових, сільськогосподарських та інших об'єктів у межах привертодромної території повинні проводитися з дотриманням вимог безпеки польотів повітряних суден з урахуванням можливих негативних впливів устаткування аеродрому і польотів повітряних суден на здоров'я людей і діяльність фізичних та юридичних осіб [50,51].

Тимчасове керування. У разі загрози національної безпеки України, що виражається у використанні аеропорту, що є стратегічним об'єктом, всупереч інтересам країни, життю та здоров'ю людей, уповноважений орган у сфері цивільної авіації за погодженням з Урядом України вводить тимчасове управління щодо експлуатанта аеропорту, допущеного до обслуговування міжнародних польотів [50,51].

Тимчасове управління експлуатантом аеропорту, допущеного до обслуговування міжнародних польотів, здійснюється тимчасовою адміністрацією.

Тимчасове управління експлуатантом аеропорту, допущеного до обслуговування міжнародних польотів, здійснюється за рахунок експлуатанта аеропорту.

Рішення про введення тимчасового управління може бути оскаржено в судовому порядку власником, експлуатантом аеропорту або особою, уповноваженою загальними зборами акціонерів експлуатанта.

Уповноважений орган у сфері цивільної авіації формує тимчасову адміністрацію, до складу якої включаються представники власника і експлуатанта аеропорту, щодо якого запроваджується тимчасове управління.

На період дії тимчасового управління експлуатантом аеропорту, допущеного до обслуговування міжнародних польотів:

- всі повноваження з управління експлуатантом аеропорту переходять до тимчасової адміністрації;
- призупиняються права експлуатанта з управління аеропортом;
- призупиняються повноваження органів управління експлуатанта аеропорту і його керівних працівників.

Тимчасова адміністрація.

• у межах компетенції, визначеної цим Законом, самостійно приймає рішення з усіх питань діяльності експлуатанта аеропорту;

• укладає договори та підписує документи від імені експлуатанта аеропорту;

• здійснює представництво від імені та в інтересах експлуатанта аеропорту, в тому числі і в суді;

• залучає незалежних експертів для оцінки виробничих питань, пов'язаних з експлуатацією аеропорту.

Тимчасове управління експлуатантом аеропорту припиняється з таких підстав:

• закінчення встановленого рішенням уповноваженого органу у сфері цивільної авіації терміну тимчасового управління;

- прийняття уповноваженим органом у сфері цивільної авіації рішення про дострокове завершення тимчасового управління;
- набрання законної сили рішення суду про припинення тимчасового управління.

За шкоду, заподіяну експлуатанту аеропорту, допущеного до виконання міжнародних польотів, незаконними діями (бездіяльністю) у період тимчасового управління, члени тимчасової адміністрації несуть відповідальність, встановлену законами України [50,51].

3. ВЕРТОЛІТНІ СТАНЦІЇ ТА ВЕРТОДРОМИ

3.1. Розвиток вертолітобудування

Вертолiт – літальний апарат, важчий за повітря з вертикальними зльотом і посадкою, підйомна сила в якому створюється одним або декількома (частіше двома) несучими гвинтами.

Слово «*вертолiт*» введено замість іноземного «*гелікоптер*». Вертолiт злітає вертикально вгору без розбігу і здійснює вертикальну посадку без пробігу, нерухомо висить над одним місцем, допускаючи поворот навколо вертикальної осі в будь-яку сторону, виконує політ в будь-якому напрямку з швидкостями від нуля до максимальної. Під час вимушеної зупинки двигунів у польоті вертолiт може здійснити жорстку посадку, використовуючи самообертання (авторотацію) несучих гвинтів. Щоб уникнути зриву потоку з лопастей і для збільшення швидкості польоту деякі вертолiти мають невелике крило, що розвантажує несучі гвинти.

Залежно від способу врівноваження реактивного моменту несучого гвинта розрізняють вертолiти: одногвинтові (з хвостовим гвинтом або з реактивним приводом несучого гвинта), двогвинтові (співвісні; поздовжньої схеми; з перехрещеними осями несучих гвинтів; з поперечним розташуванням несучих гвинтів, або поперечної схеми) і багатогвинтові. З них одержали поширення вертолiти: одногвинтові з хвостовим гвинтом (без крила і з крилом); двогвинтові співвісні і вертолiти поздовжньої схеми.

Вертолiти будь-якої схеми складаються з планера аналогічного літаковому (фюзеляж, шасі, органи управління, електро-, радіо-та навігаційне обладнання тощо), гвинтової несучої системи (несучих гвинтів), силової установки, трансмісії (приводу). Одногвинтові вертолiти з механічним приводом, крім того, мають хвостовий гвинт і систему управління ним [55].

Переважає більшість конструкцій несучих гвинтів вертолiтів виконана з шарнірною підвіскою лопастей. Така підвіска дає можливість лопастям здійснювати маховий рух, що забезпечує балансування вертолiта у всьому діапазоні швидкостей польоту. У той же час маховий рух лопастей ставить межу збільшення швидкості польоту вертолiта понад 350-370 км/год через зрив потоку на них. У 1965 з'явилися вертолiти американської фірми «Локхід» з безшарнірними напівжорсткими гвинтами, у яких маховий рух кінців лопастей здійснюється внаслідок пружного вигину лопастей. А в 60-ті роки ХХ століття почалися розробки конструкцій жорстких гвинтів, у яких практично усунено маховий рух.

Такі гвинти можуть бути застосовані тільки в двогвинтовій співвісній системі, що забезпечує балансування і керування вертолiта. Жорсткі співвісні гвинти не маючи зриву потоку дозволяють довести швидкість польоту до 500-600

км/год. Основні три типи конструктивного виконання лопастей – змішана конструкція; суцільнометалева конструкція зпресована з алюмінієвого сплаву; суцільнопластикова лопасть. Аеродинамічна компоновка лопастей залежить від призначення вертольота і визначається умовами зльоту, значенням максимальної швидкості кінця лопасті при максимальній швидкості польоту.

Управління несучими гвинтами складається з двох систем: циклічного управління кроком лопастей і управління спільним кроком лопастей. Циклічне управління кроком лопастей виконується автоматом перекоосу, винайденим Б. Н. Юр'євим в 1911 році.

Автомат перекоосу розташований на осі гвинта і складається з двох кілець, підвішених над карданом до нерухої опори. Внутрішнє кільце з'єднане з тягою поздовжнього і поперечного управління; зовнішнє кільце – з тягою керуючими лопастями [56, 57].

Під дією тяг управління внутрішнє кільце автомата перекоосу нахилиється, викликаючи синусоїдальну зміну кутів установки лопастей в осьовому шарнірі і появою горизонтальної складової тяги несучого гвинта, яка викликає поступальний рух вертольота і схиляє його у бік руху. Управління спільним кроком лопастей здійснюється одночасним поворотом їх в осьовому шарнірі щодо поздовжньої осі лопасті за допомогою важелів і тяг і служать для зміни вертикального режиму польоту: при одночасному збільшенні кута встановлення всіх лопастей вертолiт піднімається; при одночасному зменшенні кутів – опускається. Поздовжнє і поперечне управління вертольотом здійснюється через автомати перекоосу; колійне управління – зміною кроку лопастей хвостового гвинта (на одногвинтових вертольотах) або одночасною зміною загального кроку лопастей в протилежних напрямках (на співвісних вертольотах). При переході на режим безмоторного планування (режим самообертання несучих гвинтів) опусканням важеля загального кроку зменшують кут установки лопастей до 3-5 градусів.

Найбільшого розвитку вертольотобудування досягло в Росії (науково-конструкторські колективи під керівництвом М. Л. Міля і М. І. Камова), у США (фірми «Сікорський», «Боїнг», «Белль», «Каман»). Франції («Сюд-Авіас»), Англії («Уестленд») та Італії («Агусті»). Вертольоти широко застосовуються в народному господарстві, на роботах по боротьбі з сільськогосподарськими шкідниками і хворобами садів, виноградників і цінних технічних культур, а також по підготовці посівів; для транспортних і пасажирських перевезень, при проведенні геологорозвідувальних робіт, для гравіметричної зйомки, для розвідки льодового стану, для патрулювання ліній високої напруги, газо-і нафтопроводів, для перевезення і монтажу великогабаритного обладнання, встановлення щогл та інших монтажних робіт, для санітарних і рятувальних робіт і т.д.

3.2. Особливості проектування та експлуатації вертодромів та вертолітних майданчиків

Власний вертолітний майданчик – вже давно не розкіш. Це зручний транспортний вузол для забезпечення робочих потреб МНС, МВС та ГБДД, Міноборони та прикордонної служби, швидкої допомоги, госпіталів і лікарень, перевезення пасажирів та вантажів, обстеження територій, газопроводів і нафтопроводів, лісового та міського патрулювання, геологорозвідки, будівельно-монтажних робіт, туризму і відпочинку.

Вертодроми бувають державні, відомчі, муніципальні, приватні.

Вертодром не вимагає великої площі, все, що необхідно для його будівництва це рівна поверхня для вертолітного майданчика, комплект мобільного освітлення, обладнання для обслуговування вертольотів, модуль управління, ангар.

Вертодроми є у всіх великих містах, особливо розвинуті вони там, де є великі водні артерії, що дозволяють вертольотам вільно переміщатися над ними. До прикладу – в Нью-Йорку близько 320 посадочних майданчиків на дахах, в Москві – більше 20.

Вертолітні траси організовані також у ряді країн Європи, Північної Америки та Японії. У США споруджено кілька вертолітних майданчиків на дахах високих будівель. Так, наприклад, в 1965 р. на даху одного з павільйонів Міжнародної виставки в Нью-Йорку була обладнана вертолітна станція, розрахована на експлуатацію 24-місцевих вертольотів (рис. 3.1). Розмір злітно-посадкової смуги 60 × 60 м. Пасажири доставляються на вертолітний майданчик п'ятьма швидкісними ліфтами.

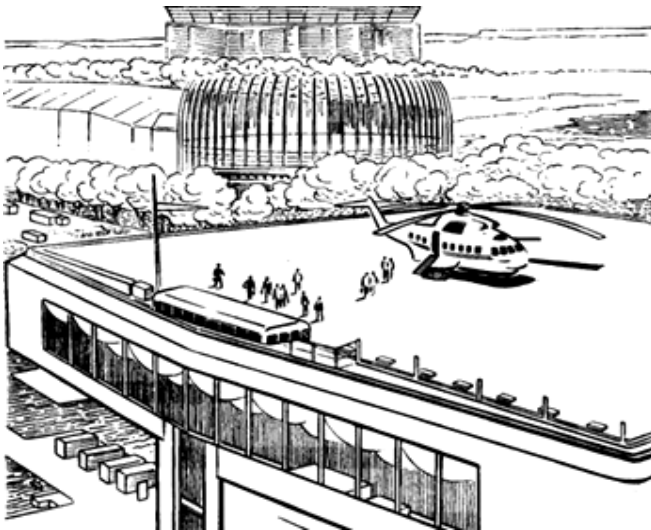


Рис. 3.1. Вертолітний майданчик на даху

У Варшаві на даху 11-поверхового готелю «Гранд-Готель» споруджено вертолітний майданчик, що забезпечує перевезення пасажирів між польською столицею і аеропортом у Окенге [44, 62, 63]. Винос майданчиків на достатню відстань від землі зменшує рівень шуму від вертольотів на вулицях міста і покращує умови безпеки польотів, особливо при підході до майданчика, зльоті або посадці. Зв'язок майданчиків із землею може здійснюватися вантажними і пасажирськими ліфтами. Якщо вертолітні майданчики розташовують на даху будівель, то конструкція верхнього перекриття і весь каркас будівлі повинні бути розраховані на додаткові навантаження, викликані вертольотами.

Широке поширення вертолітний транспорт в країнах колишнього СРСР отримав в народному господарстві. Поряд з безупинно зростаючими спеціальними перевезеннями збільшуються також і пасажирські. Було виконано будівництво ряду вертолітних станцій, вертодромів і посадочних майданчиків. Двохсмуговий вертодром, розташований на даху нового поштамту в Москві біля Казанського залізничного вокзалу, призначений для перевезення пошти між столицею та її аеропортами. За своїми розмірами цей вертодром не має собі рівних у Європі. Його злітно-посадочні смуги розмірами 60x25 і 60x17 м розташовані під кутом 90° один до одного, що створює найбільш сприятливі умови для отримання максимального вітрового завантаження вертодрому (рис. 3.2).

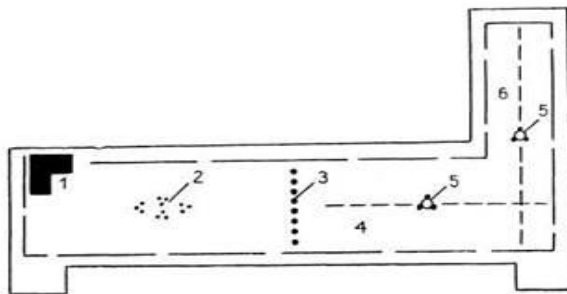


Рис. 3.2. Схема планування вертодрому, розташованого на даху московського поштамту при Казанському вокзалі:

- 1 – службові приміщення; 2 – швартувальні майданчики; 3 – вогні, що позначають торець ЗПС-1 розміром 60x25 м; 4 – ЗПС-1, 5 – зелений вогонь, який позначає центр ЗПС; 6 – ЗПС-2 розміром 60x17 м

Командно-диспетчерський пункт, кімната поштової експедиції, кімната відпочинку екіпажу знаходяться в спеціальній надбудові, розташованій в торцевій частині даху. Безпосередньо під дахом запланований технічний поверх, у якому змонтовані витяжні установки, дефлектори та інше обладнання. Крім того, тех-

нічний поверх надійно охороняє розташовані нижче поверхи від шуму, створюваного вертольотами при зльоті та посадці. По контуру злітно-посадкових смуг влаштовано бетонну огорожу висотою 40 см, шириною 35 см, що перешкоджає викочування вертольота за межі даху. З внутрішньої сторони цієї огорожі передбачені ніші, в яких встановлені електролампи з рефлекторами для освітлення поверхні злітно-посадкових смуг. Завдяки цьому не відбувається «засліплення» екіпажу вертольота під час зльоту і посадки в умовах поганої видимості або у разі виконання нічних польотів. Виконано денне та нічне маркування вертодрому, розрахункова міцність якого може забезпечити експлуатацію вертольотів з максимальною злітною вагою до 8 т. Вертодром з'єднується з першим поверхом за допомогою двох великовантажних ліфтів [64].

Вертодром на даху будівлі – це найзручніший варіант парковки в щільній міській забудові. Для госпіталів, пожежних частин, готелів дуже важливо, щоб на даху будівлі був власний аеропорт і обладнаний евакуаційний майданчик.

Вертолітна станція – підприємство (самостійне або входить до складу іншого авіапідприємства), що здійснює регулярний прийом і відправку пасажирів, багажу, пошти і вантажів, а також виконує інші народногосподарські роботи.

Вертолітний майданчик – земельна ділянка, площадка на будівлі, судні і т.п., обладнана для зльоту, посадки та обслуговування вертольотів. Вертолітні майданчики розрізняють за місцем розташування (наземні, на дахах будівель, судові, на платформі вантажного автомобіля тощо) і часом експлуатації (постійні і тимчасові).

Вертолітні майданчики поділяються на постійні, що забезпечують зліт і посадку вертольотів заданої злітної ваги, в тому числі по-літаковому (з використанням короткого розбігу), і на тимчасові – для зльоту і посадки по-вертолітному (вертикально). За призначенням аналогічно аеродромам вертолітні майданчики поділяються на транспортні (базові, кінцеві, проміжні), спеціального застосування та навчальні. Транспортні вертолітні майданчики, в разі їх розташування поза межами аеропорту, називаються вертолітними портами і призначаються для забезпечення вантажно-пасажирських перевезень на повітряних лініях місцевого значення; вертолітні майданчики спеціального застосування – для вертольотів, що виконують авіаційно-хімічні, геологорозвідувальні та ін роботи, включаючи надання швидкої медичної допомоги населенню [65].

На відміну від аеропортів, які діляться на п'ять класів, вертолітні станції мають тільки три класи. Клас вертолітної станції визначається річним об'ємом пасажирських перевезень, тобто сумарним обсягом пасажиропотоку, включаючи пасажирів транзитних рейсів.

I – понад 30 тис. чол.; II – понад 15 тис. до 30 тис. чол. включно; III – до 15 тис. чол.

В основу класифікації вертолітних станцій був покладений вітчизняний досвід пасажирських перевезень, накопичений окремими управліннями цивільної авіації. За розрахунковий вертоліт був прийнятий Мі-8П (пасажирський варіант). Інтенсивність руху вертольотів буде з роками збільшуватися, тому можливий перехід вертолітної станції з нижчого класу у вищий. Для визначення розмірів земельної ділянки необхідної для розміщення транспортної вертолітної станції, тобто вертодрому та службово-технічної території, слід враховувати умови зльоту і посадки вертольота. Напрямок льотної смуги визначається вітровим режимом. За наявності льотної смуги, що забезпечує виконання злітно-посадкових операцій по-літаковому, ідеальне співвідношення площі вертодрому та службово-технічної території визначається як 2:1. Загальні розміри земельної ділянки залежать від типу розрахункового вертольота, способу зльоту і обсягу пасажирських перевезень (табл. 3.1) [66].

Таблиця 3.1

Приблизні розміри земельних ділянок в залежності від класу вертолітної станції

Спосіб зльоту і посадки	Площа земельної ділянки, га		
	I	II	III
По-літаковому чи по-вертолітному із використанням «повітряної подушки»	10	2,5	1,5
По-вертолітному, без використання «повітряної подушки»	5	1,5	1

Складові елементи вертолітного майданчика: робоча площа (льотна смуга), смуги повітряних підходів і бічні площини обмеження перешкод, руліжні доріжки, місця стоянок і швартувальні майданчики, перон, ділянка службово-технічної забудови. Форма, розміри робочої площі вертолітного майданчика і кількість льотних смуг на ній приймаються залежно від типу і інтенсивності польотів вертольотів, наявності вільної земельної або іншої ділянки та сприятливого рельєфу, вільних повітряних підходів, сили та напрямку пануючих вітрів. Кращою формою робочої площі є коло або квадрат, що забезпечують зліт вертольота проти вітру в будь-якому напрямку. Вертолітні майданчики можуть бути влаштовані на дахах будівель, на пристанях (причалах) і т. п. Постійні вертолітні майданчики мають довжину 30-120 м і ширину 20-40 м, тимчасові відповідно 30-50 м і 15-25 м. Площина, яка обмежує площину смуги повітряних підходів має нахил від 1:6 до 1:14. На випадок можливої відмови двигуна при зльоті важких вертольотів для забезпечення безаварійного приземлення у напрямку зльоту передбачається смуга безпеки довжиною 50 м. Бічні площини обмежень переш-

код мають нахил не більше 40°. Руліжні доріжки мають ширину 6-12 м, довжина їх залежить від планування вертолітних майданчиків.

Площа місць стоянок на один вертоліт в залежності від його типу приймається від 40 до 200 м². Вимоги до технічного обладнання вертолітного майданчика (подача палива, електро- і водопостачання, протипожежні засоби тощо) аналогічні вимогам до обладнання аеродромів. Для кожного типу вертольота, що базується на вертолітному майданчику, обладнується один швартовочний майданчик, на якому проводиться випробування вертольотів на прив'язі. Ділянка службово-технічної забудови та перон розташовуються з боку переважаючих вітрів [66, 67].

Злітно-посадкова площадка повинна знаходитись на висоті над рівнем моря не більше 4000–5500 м залежно від типу вертольота. При спорудженні посадкового майданчика на ділянці зі слабким ґрунтом влаштовують настил з колод.

Місця стоянок повинні бути запроєктовані так, щоб забезпечувалася можливість зльоту і посадки при підльоті на старт і назад, а також зручність вирулювання і зарулювання вертольотів на тязі несучого гвинта. Розміри місць стоянок рекомендується призначати для вертольотів Мі-6 – 46 x 32 м, Мі-4 – 24 x 18 м, Мі-1 – 18 x 14 м, Ка-15 і Ка-18 – 6 x 4 м. Мінімальні розриви між окремими місцями стоянок і їх рядами приймають не менше 70 м для вертольотів Мі-6, 50 м для Мі-4 і В-8, 30 м для Мі-1 і В-2, 20 м для Ка-15 і Ка-18. Місця стоянок повинні бути обладнані джерелами електроенергії з напругою змінного струму 380/220 В і постійного струму 28,5 В. Виведення всіх інженерних комунікацій повинно здійснюватися через водонепроникні колодязі, в яких слід зберігати і протипожежне обладнання. На місцях стоянок слід передбачити заземлювальні електроди, що забезпечують захист вертольотів від впливу статичної електрики [68, 69].

Крім злітно-посадкового майданчика, руліжних доріжок і місць стоянок, на вертолітних майданчиках з інтенсивним рухом може бути передбачений перон для тимчасової стоянки вертольотів в період навантаження або вивантаження вантажу і пасажирів (протягом 3-15 хв). Розміри перону призначаються такими, щоб при рулінні вертольотів між їх несучими гвинтами залишалися відстані не менше радіуса гвинта найбільшого з експлуатованих вертольотів. Ухили поверхонь для відводу води з злітно-посадкових площадок повинні бути не більше 2,5 %, руліжних доріжок – не більше 3 %, місць стоянок і перону - не більше 1,5 %. Водоприймальні решітки і систему водовідведення узгоджують із загальною конструкцією споруди.

Злітно-посадковий майданчик являє собою рівну земельну ділянку, придатну для зльоту і посадки. Злітно-посадкові майданчики та майданчики для заправки гербіцидами дозволяється влаштовувати не ближче 200 м від житлових приміщень, тваринницьких, птахівничих ферм, вододжерел.

Злітно-посадкові майданчики для вертольота мають переріз трохи більше діаметра несучого гвинта. На відміну від літака, вертоліт може виконувати роботу спільно з одним або декількома вертольотами, піднімаючи вантажі, які перевищують вантажопідйомність кожного з вертольотів. У вітчизняній практиці за останні роки накопичено чималий досвід з використання вертольотів при виконанні реконструктивних робіт.

Підготовлені злітно-посадочні майданчики для літака і вертольота повинні бути прийняті до експлуатації представником авіаційного загону та підтримуватися в справному стані на весь період роботи літака і вертольота.

Якщо злітно-посадковий майданчик призначається для тривалої експлуатації, його обладнують знаками, що вказують межі цього злітно-посадкового майданчика, обладнують місце стоянки вертольота і завантажувальний майданчик, спорджують тимчасові споруди для зберігання отрутохімікатів. В даний час багато господарств мають постійні злітно-посадочні майданчики з будівлями. Прикордонні знаки наносяться на межі злітно-посадкового майданчика, що включають льотну смугу і кінцеві смуги безпеки. Для кращої видимості з повітря прикордонні знаки заливають густим вапняним молоком або засипають гашеним вапном або світлим піском.

Обладнання злітно-посадкових майданчиків полягає в наступному. Спочатку майданчик розміром 100×60 м очищають від пнів і зрубаних дерев, а потім його планують у поздовжньому (ухил не більше 3%) і в поперечному (ухил не більше 2%) напрямках. Після цього майданчик покривають двонакатним настилом з колод діаметром не менше 18 см, скріплених між собою скобами. На майданчику повинен бути вітровказівник [70].

Поверхня злітно-посадкового майданчика не повинна мати купин, горбів, ям, каменів, канав, які заважатимуть зльоту і посадці. Всі ці нерівності мають бути усунені або для злітно-посадкової площадки слід вибрати іншу, більш рівну ділянку.

На злітно-посадочній площадці таких розмірів дозволяється працювати не більше ніж двом повітряним суднам одночасно. Якщо через складні топографічні і ґрунтово-геологічні умови місцевості неможливо підготувати льотну смугу шириною 100 м, командир авіаційного загону може дозволити польоти з льотної смуги, яка має ширину 50 м і бічні смуги безпеки по 25 м в кожную сторону. З таких злітно-посадкових майданчиків дозволяється працювати тільки одному повітряному судну.

Для вертольота злітно-посадковий майданчик обладнується в радіусі польоту від 1 км до 3 км розміром 100×100 м з вільними шляхами підльоту і відльоту не менше 200 м з усіх боків.

При виборі злітно-посадкової площадки слід виходити з необхідності забезпечення безпечної та високопродуктивної роботи екіпажу літака (вертольота).

Для цього злітно-посадковий майданчик повинен бути досить великих розмірів з відкритими підходами до нього з повітря і на близькій відстані від оброблюваних ділянок.

Наземний вертолітний майданчик для постійної експлуатації, а також вертолітні майданчики на дахах будівель мають бетонне або асфальтоване покриття, руліжні доріжки та обладнані засобами для експлуатації вертольотів (ємностями для палива і мастильних матеріалів, джерелами електроенергії, метеорологічною та радіотехнічною апаратурою для забезпечення польотів та ін.). Наземний вертолітний майданчик для сезонної експлуатації, наприклад для проведення сільськогосподарських робіт за допомогою вертольотів (підживлення посівів, боротьба з шкідниками та хворобами рослин), влаштовані простіше. Їх будують з бетонних плит і обладнують покажчиком напряду і сили вітру, навісом для зберігання наземного обладнання, інструменту та отрутохімікатів; паливо та мастильні матеріали завозять в бочках [71].

Суднові вертолітні майданчики для постійної експлуатації поділяють на одиночні і групового базування. В останньому випадку на палубі корабля-вертольотоносця розташовують кілька злітно-посадкових майданчиків для одночасного обслуговування вертольотів.

У СРСР в 50-х рр. XX ст. для вертольотів Ка-10 був створений на платформі вантажного автомобіля пересувний вертолітний майданчик з необхідним запасом палива і мастильних матеріалів, ящиками для обладнання, інструменту та запасних частин. Він забезпечував зліт і посадку вертольота і на стоянці, і на ходу.

За експлуатаційно-технічним призначенням вертолітні станції можуть бути базовими, кінцевими і проміжними. Базові вертолітні станції мають постійний вертолітний парк і забезпечують оперативне технічне обслуговування згідно з регламентом; кінцеві – є пунктом закінчення польоту по заданому маршруту, де проводиться прибирання пасажирського салону, висадка і посадка пасажирів, технічне обслуговування; проміжні – пункт короточасної зупинки вертольота згідно розкладу при виконанні рейсу за установленими маршрутами.

Вертолітна станція (вертопорт) за аналогією з аеропортом складається з вертодрому, службово-технічної забудови та відокремлених споруд.

Вертодром – земельна (водна) ділянка або спеціально підготовлений майданчик (на даху будівлі, піднятої над водною поверхнею платформи), що мають комплекс споруд та обладнання для забезпечення зльоту-і посадки, руління, зберігання і обслуговування вертольотів. Вертодром може бути постійним – для регулярної експлуатації та тимчасовим – для виконання періодичних польотів.

Залежно від способу зльоту і посадки постійні та тимчасові вертодроми (посадкові майданчики) можуть бути двох типів: 1-й забезпечує зліт і посадку вертольотів по-літаковому або по-вертолітному з використанням впливу «повітря-

ної подушки»; 2-й забезпечує зліт і посадку тільки по-вертолітному (по вертикалі) без використання «повітряної подушки». Вплив «повітряної подушки» виникає внаслідок зіткнення повітряного потоку, відкидається несучим гвинтом, з поверхнею, що призводить до збільшення щільності і опору цього шару повітря. В результаті тяга повітряного гвинта при одній і тій же потужності зростає і, отже, створює можливість виконувати зліт і зависання біля поверхні землі з перевантаженням.

На відміну від літаків, вертоліт може злетіти трьома способами: 1 – з відривом від поверхні землі після розбігу по ґрунтовій або з покриттям майданчика з подальшим розгоном на малій висоті, тобто в зоні впливу «повітряної подушки», 2 – з відривом від поверхні по вертикалі до висоти 1,5–3 м з подальшим розгоном в зоні впливу «повітряної подушки» і 3 – з відривом від поверхні землі по вертикалі до позначки над перешкодою не менше 10 м з наступним набором висоти. Перший спосіб прийнято називати зльотом по-літаковому; другий і третій – по-вертолітному [67, 72].

Зліт по-літаковому ефективний в умовах високих температур, зниженої щільності і великій вологості, значно знижує вимоги до потужності силової установки вертольота. Такий зліт можливий при меншій потужності, ніж при зльоті по-вертолітному. Виконання зльоту по-вертолітному доводиться застосовувати при обмежених розмірах майданчика і наявності навколо неї перешкод.

Основними елементами вертодрому являються льотні смуги (ЛП), в тому числі злітно-посадкові смуги зі штучним покриттям (ШЗПС) або ґрунтові, бічні (БПБ) і кінцеві (КБП) смуги безпеки, руліжні доріжки (РД), перони, місця стоянки вертольотів (МС), швартовочні майданчики. Призначення цих елементів таке ж, як і елементів аеродрому. Розміри елементів вертодромів та посадочних майданчиків наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розміри елементів вертодрому та посадочних майданчиків

Елементи вертодрома	Розміри (м) елементів вертодрому та посадочних майданчиків для вертольотів масою (т)					
	більше 15 т (важкі)		5–15 т (середні)		менше 5 т (легкі)	
	Довжина	Ширина	Довжина	Ширина	Довжина	Ширина
ШЗПС при зльотах та посадках вертольотів по-літаковому,	190	20	110	20	110	15
ПП при зльотах та посадках по-вертолітному,	80	80	50	50	35	35
Робоча площа ПП із штучним покриттям,	20	20	20	20	15	15
Те ж, розташованих на дахах будівель та припіднятих платформах,	35	28	21	17	15	12
Смуги безпеки:						
– КСБ	5	–	5	–	5	–
– БСБ	–	15	–	15	–	10

Закінчення табл. 3.2

Елементи вертодрома	Розміри (м) елементів вертодрому та посадочних майданчиків для вертольотів масою (т)					
	більше 15 т (важкі)		5–15 т (середні)		менше 5 т (легкі)	
	Довжина	Ширина	Довжина	Ширина	Довжина	Ширина
Руліжні доріжки (РД), Смуги оброблені матеріали проти запилення:	–	15	–	8	–	6
– уздовж бокових кромок РД	–	12	–	8	–	4
– уздовж кромок швартовочних майданчиків МС при способах установки:	–	–	–	10	–	5
– на тязі несучого гвинта або за допомогою буксирувальника,	46	32	24	18	18	14
– польота на малій висоті,	–	–	22	12	14	10
Швартовочні майданчики.	–	–	24	24	18	18

Способи зльоту і посадки вертольотів (по-літаковому, із використанням впливу «повітряної подушки» або по-вертолітному – по вертикалі), а також способи установки вертольота на індивідуальні місця стоянки (на тязі несучого гвинта, за допомогою буксирувальника або з розворотом вертольота в повітрі на малій висоті) встановлюються технологією роботи вертодрому.

Мінімальні ухили ШЗПС повинні бути не менше: поздовжні – 0,0025, поперечні – 0,005, ухили ґрунтової поверхні ЛП – не менше 0,005.

У місцях примикання РД до ЗПС, МС і перону необхідно передбачати заокруглення внутрішніх кромок покриття в плані радіусом, рівним подвоєній ширині РД [73].

Коли за умовами рельєфу місцевості і розташування перешкод (а також при наявності поблизу сусідніх вертодромів) неможливо здійснювати зльоти і посадки в двох напрямках, допускається влаштування вертодромів і посадочних майданчиків з односторонньою експлуатацією.

Місця стоянки вертольотів слід розташовувати поза зонами повітряних підходів до вертодрому. За наявності декількох напрямків зльоту і посадки вертольотів МС допускається розташовувати в зоні повітряних підходів напрямків, які мають найменше вітрове завантаження.

Повітряний простір в районі вертодрому в плані - прямокутник, що складається з двох бічних і торцевих частин. Розміри повітряного простору і нахили площин обмеження перешкод залежать від способу зльоту і посадки вертольотів. Розміри і ухили площин обмеження перешкод для зльотів і посадок по-літаковому і по-вертолітному з використанням впливу «повітряної подушки» наведені на рис. 3.3.

Місця стоянки можуть бути груповими та індивідуальними. Групові МС вимагають меншого майданчика і будівництво їх доцільно при великій кількості стоянок. Індивідуальні МС приймають для невеликої кількості вертольотів (до п'яти) при відсутності вільної площі для групової МС і в разі необхідності виконання з них злітно-посадочних операцій. Індивідуальні МС бувають двох типів: I – із зарулюванням вертольота на тязі несучого гвинта або за допомогою буксирувальника із розворотом навколо основного колеса і II – із розворотом для установки вертольота в повітрі при підльоті на малій висоті (рекомендується для середніх і легких вертольотів).

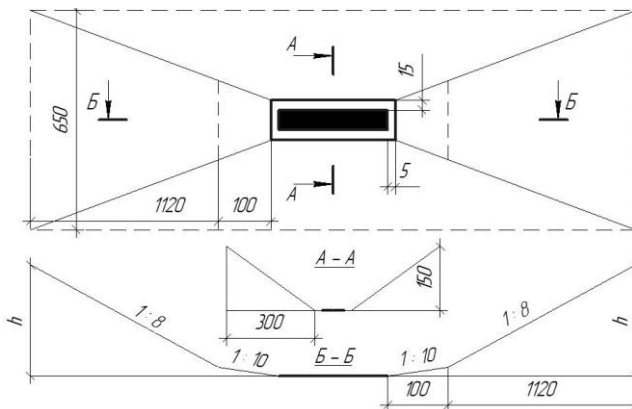


Рис. 3.3. Площини обмеження перешкод

Враховуючи, що вертольоти володіють незначною парусністю, обладнання МС якірними кріпленнями не потрібна, за виключення гірських, приморських і інших районів, де вітри можуть бути зі швидкістю 20 м/с і більше, а також при влаштуванні майданчиків на дахах будівель, піднятих (над землею або водною поверхнею) платформах, плавучих бурових установках, морських і річкових судах. У цьому випадку потрібно якірне або штопорне кріплення вертольотів [36, 74, 75].

На вертолітних станціях і ремонтних підприємствах обладнують швартовочні майданчики для кріплення легких і середніх вертольотів при випробуванні силових установок на максимальному режимі. Розрахункове зусилля для бортового швартовочного кріплення, приймають рівним 2,5 максимальної ваги, а основного – рівним максимальній вазі. Перони вертолітних станцій всіх класів розраховують на стоянку одного рейсового вертольота. Форма і розміри перону повинні забезпечити стоянку вертольота і можливість руління і маневрування з урахуванням розміщення необхідної кількості спецмашин і забезпечення зручності при посадці і висадці пасажирів. Для зручності пасажирів необхідно передбачити тунельне поєднання залу очікування пасажирів із рейсовим вертолітом (рис. 3.4).

Основні положення за рішенням генеральних планів вертолітних станцій зберігаються ті ж, що і при розробці генпланів аеропортів, виходячи з умови забезпечення технологічного процесу. Льотна смуга є основною спорудою, залежно від форми і розташування на місцевості, яка визначає найбільш раціональні місця для всіх інших будівель і споруд [76]. Схема генерального плану базової вертолітної станції наведена рис. 3.5.

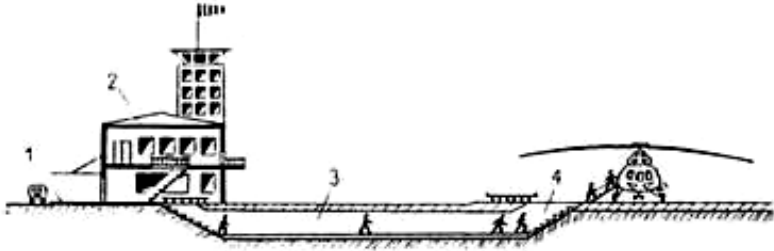


Рис. 3.4. Схема тунельного переходу авіапасажирів із залу очікування в рейсовий вертоліт:
 1 – привокзальна площа; 2 – службово-пасажирська будівля з КДП;
 3 – тунель; 4 – пасажирський лаз на вертолітному злітно-посадковій майданочці

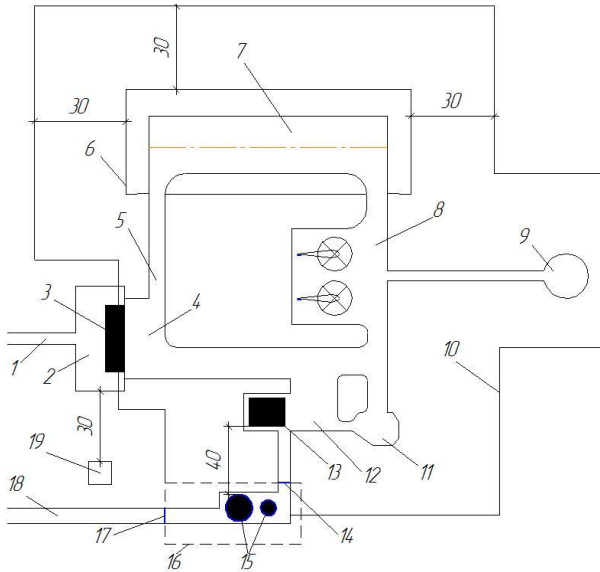


Рис. 3.5. Генеральний план вертолітної станції:
 1 – підзної автодорога; 2 – привокзальна площа; 3 – службової пасажирська будівля; 4 – перон; 5 – руліжна доріжка; 6 – злітна смуга; 7 – злітно-посадкова смуга; 8 – групове МС; 9 – девіаційний майданчик; 10 – огороження; 11 – швартовний майданчик; 12 – попередковий майданчик; 13 – технічне обслуговування; 14 – шлагбауми; 15 – склад збереження палива та мастил; 16 – огороження складу ПСМ; 17 – автоматичні воріт; 18 – підзної дорога до складу; 19 – метеомайданчик; D – діаметр гвинта вертоліта

Службово-технічну територію (СТТ) вертолітної станції розміщують максимально близько до існуючих під'їзних шляхів та інженерних комунікацій. На цій території розміщують службово-пасажирські будівлі з КДП, виробничі будівлі, док для технічного обслуговування, склади ПММ та технічного майна, гараж, внутрішньостанційні автомобільні дороги.

Службово-пасажирська будівля призначається для обслуговування пасажирів, які вилітають, прилітають і транзитних пасажирів з урахуванням проводжачих і зустрічаючої публіки, а також для приміщень командно-диспетчерського пункту шостого розряду (КДП-VI).

За функціонально-технологічним призначенням службово-пасажирські приміщення поділяються на групи: основного технологічного призначення (операційна зона, зона очікування, кімната спеціального контролю та огляду пасажирів і багажу, камери зберігання), додаткового обслуговування пасажирів (кімната матері і дитини, торгові точки, медичний пункт і пр.), адміністративно-побутового призначення (служба перевезень, міліція, ВОХР, комори тощо) і виробничого – для розміщення командно-диспетчерського пункту місцевих повітряних ліній (КДП МВЛ) і аеродромного (вертодромного) диспетчерського пункту (АДП).

Виробнича будівля для розміщення виробничих, складських, побутових і адміністративно-конторських приміщень інженерно-авіаційної служби, а також док розташовують поблизу МС і швартувального майданчика. Склад ПММ повинен бути розташований поза зоною повітряних підходів до вертодрому з підвітряного боку і по можливості на нижній ділянці рельєфу. Він повинен бути на відстані не ближче 40 м від інших споруд і 75 м від межі ЛП і МС. Для зберігання авіапалива можуть використовуватися сталеві горизонтальні резервуари, для масел і спеціальної рідин – відповідна тара. Вертолітні станції, розташовані в аеропортах або в безпосередній близькості від них, забезпечується авіапаливом і маслом службою ПММ аеропорту.

Надводні вертодроми і посадочні майданчики обладнують на пал'ювій основі або на плавзасобах (понтоніах, баржах) безпосередньо біля берега водойми, що дозволяє розмістити на береговій ділянці

службово-технічну територію (СТТ). Різниця відміток робочого майданчика і найвищого рівня води повинна бути не менше 1 м.

Несучі конструкції надводних злітно-посадкових платформ (плоскі ферми, балки, прогони, палі) розраховують на зосереджене навантаження, яке дорівнює максимальній злітній вазі вертольота з коефіцієнтом 1,5, покриття – на навантаження, яке становить 75 % максимальної злітної ваги, розподіленої на майданчик розміром 30×30 см.

По всьому периметру надводного вертодрому (посадкового майданчика) повинен бути встановлений обмежувальний бортик (комінгс) з дерев'яного бруса або металевого профілю заввишки 25-30 см для запобігання викочуванню вертольота і запобіжна металева сітка, винесена від краю надводної платформи на відстань 150 см і закріплена нижче відмітки настилу на 40 см; зовнішній край сітки повинен бути на рівні позначки платформи. Надводний вертодром за допомогою трапа повинен мати з'єднання з берегом. Трапи повинні мати обмежувальні бортики. На зовнішніх кутах надводного вертодрому повинні бути встановлені стандартні річкові навігаційні вогні.

Для забезпечення безпеки польотів вертольотів вночі і в умовах поганої видимості на постійних вертодромах і посадочних майданчиках необхідно встановлювати світлосигнальне обладнання.

Злітно-посадкові смуги постійних вертодромів і посадочних майданчиків повинні також мати денне маркування, що полегшує опізнання їх з повітря і виконання злітно-посадкових операцій. До складу маркування входять знаки обмеження ділянки (місця) приземлення при посадці по-вертолітному, прикордонні знаки (кутові і рядкові по сторонах), стартові лінії, а на посадкових майданчиках, розташованих на дахах будівель і піднятих платформах, розпізнавальний знак з цифрою обмеження маси (у тоннах) гелікоптера даного вертодрому, поздовжньо-осьова лінія.

Операційна зона службово-пасажирських будівель орієнтується в бік привокзальної площі. Вхід у приміщення командно-диспетчерського пункту повинен бути ізолюваний від інших приміщень службово-пасажирської будівлі. З метою підвищення комфорту доцільно службово-пасажирську будівлю з'єднати пішохідним тунелем з місцем посадки в рейсовий вертоліт. Для виконання експлуатацій-

но-технічного обслуговування вертольотів необхідно будівництво одного доку з майданчиком для стоянки вертольота незалежно від класу вертолітної станції. Вертолітний док може бути суміщений із гаражем і складом господарсько-технічного майна. Швартовочний майданчик для вертольотів повинен розташовуватися поблизу боксу з дотриманням необхідного інтервалу. Склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ) повинен розташовуватися за межами смуг повітряних підходів до робочої площі вертодрому, з підвітряного боку по відношенню до інших об'єктів вертолітної станції і не ближче 50 м від границі льотної смуги, місць стоянки вертольотів і боксу. Проти-пожежні розриви між складом ПММ та іншими будівлями і спорудами приймаються у відповідності з існуючими нормами і технічними умовами. При розміщенні вертолітних станцій на землі, озеленення їх територій має здійснюватися відповідно до загального архітектурно-планувального рішення ділянок. Зелені насадження повинні захищати від вітру, повітряних потоків, що створюються ротором вертольота, і від пилу [77, 78].

3.2.1. Здійснення злітно-посадочних операцій вертольотом

Одним з основних елементів вертольота є несучий гвинт (НГ), який обертається у горизонтальній або майже горизонтальній площині. Він створює підйомну силу і тягу, які необхідні для польоту, замінюючи за аналогією з гвинтом літака крило і тяговий гвинт. За допомогою автомата перекоосу в польоті змінюють кут установлення лопастей гвинта (його крок) і нахил його площини обертання. Через це змінюється тяга, швидкість і напрямок польоту в будь-який бік незалежно від просторового положення фюзеляжу, включаючи нерухоме висіння у повітрі.

Кожна з лопастей несучого гвинта, по суті, являє собою невелике крило, що створює підйомну силу за рахунок набігаючого потоку повітря. При цьому діюча на лопать підйомна сила залежить від ряду факторів, у тому числі від швидкості руху лопасті відносно повітря, а також її установочного кута, тобто кута між хордою лопасті і площиною обертання гвинта. Чим більше цей кут, тим більшу підйомну силу забезпечує лопать несучого гвинта. При роботі НГ виникає реактивний крутний момент, який намагається обертати вертоліт у бік, протилежний обертанню гвинта. Цей мо-

мент врівноважують різними конструктивними заходами: за допомогою співвісних гвинтів, декількох НГ або за допомогою рульового гвинта.

Співісна схема являє собою пару гвинтів, розташованих один над іншим на співвісних валах, що обертаються в протилежні сторони, завдяки чому компенсуються реактивні моменти, що виникають від кожного з гвинтів. Перший патент на співвісне розташування несучих гвинтів літального апарату був виданий в 1859 році англійцю Генрі Брайту.

На початку 20-х Рауль Петерас-Пескара працював над вертольотом співвісної схеми, в якому вперше застосував для управління вертольотом автомат перекоосу.

Першим повністю керованим став лабораторний гіроплан (англ.), побудований годинниковими майстрами Луї Бреге і Рене Дорану в 1936 році. Втім, найбільш розповсюдженими стали одногвинтові вертольоти. У них реактивний момент нейтралізують рульовим гвинтом, який обертається у вертикальній площині на кінці хвостової консольної балки. Іноді рульовий гвинт розташовують у кільці, таке рішення називається фенестроном (використовується переважно в середніх та легких вертольотах). Зміна кроку рульового гвинта під час польоту дозволяє вертольоту у фіксованій точці простору обертатися навколо своєї вертикальної осі на будь-який кут. В Україні розповсюджені співвісні вертольоти конструкції М. І. Камова (Ка) і одногвинтові – М. Л. Міля (Мі).

При визначенні розмірів земельної ділянки відведеної під вертодром та розмірів посадкового майданчика велике значення має траєкторія зльоту та заходження вертольота на посадку (рис. 3.6). Фаза зльоту для вертольота відносна коротка і починається з переходу двигунів на злітний режим і закінчується переходом в режим горизонтального польоту. Зліт вертольота може здійснюватися вертикально або, якщо вертоліт обладнаний колесами і злітає з ВПП, з коротким розбігом для економії палива оскільки при косому обдуванні головного гвинта збільшується його підйомна сила, а при польоті по похилій траєкторії вертикальна складова швидкості підйому у 1,5-2 рази більша за осьову. На високогірних злітних майданчиках, де повітря розріджене, застосовується зліт з розбігом.

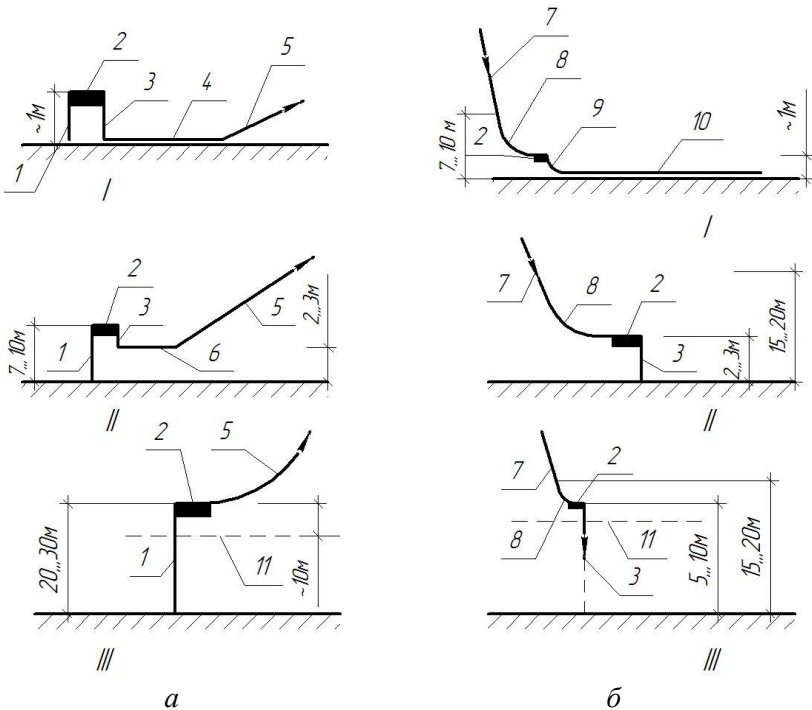


Рис. 3.6. Схема здійснення злітно-посадкових операцій (ЗПО) вертольотом: *а* – зліт; *б* – посадка; I – по-літаковому, II – по-вертолітному з використанням ефекту повітряної подушки; III – те ж, але без використання ефекту ПП; 1 – вертикальний зліт; 2 - контрольне висіння; 3 – вертикальне приземлення або знижування; 4 – розбіг; 5 – розгін з набором висоти по похилій траєкторії; 6 – майже горизонтальний розгін до швидкості 20-30 км/год; 7 – уповільнене знижування з постійним нахилом траєкторії; 8 – вирівнювання з інтенсивним зменшенням швидкості; 9 – приземлення із швидкістю 30-40 км/год; 10 – пробіг із гальмуванням коліс; 11 – навколишні перешкоди

Вертоліт, на відміну від літаків, може злітати кількома способами: без розбігу вертольота по землі – зліт по вертикалі (по-вертолітному), з розбігом по землі і з розгоном вертольота в зоні впливу «повітряної подушки» (по-літаковому). Вибір способу зльоту вертольота залежить від потужності двигуна, розмірів майданчика, з якого виконується зліт, а також від наявності перешкод навколо нього.

Максимальний ефект повітряної подушки спостерігається на відстані від гвинта до землі, яка дорівнює половині діаметра гвинта (приріст в такому випадку становить 10-15 %). Цей ефект широко використовується при великому завантаженні вертольота чи в умовах невеликої щільності повітря. При цьому неприпустима наявність ям, канав та інших низин, які знижують або ліквідують ефект ПП.

Зліт по вертикалі виконується з майданчика обмежених розмірів з перешкодами навколо нього або за наявності значних ухилів. У цьому випадку потужність двигуна повинна бути достатня для набору по вертикалі висоти близько 8-10 м вище перешкод. Необхідність набору такої висоти по вертикалі, коли навколо майданчика є значні ухили, викликана тим, що якщо не набрати висоту, яка перевищує зону «повітряної подушки», і перейти в горизонтальний політ, то вертоліт «просяде». При цьому у разі недостатнього надлишку потужності двигуна вертоліт може вдаритися об землю.

Зліт вертольота за другим способом здійснюється тоді, коли майданчик дозволяє виконати розгін вертольота в зоні впливу «повітряної подушки». Для цього потужність двигуна повинна бути достатньою для підйому вертольота на висоту не менше 1,5 м.

При зльоті вертольота з розбігом по земній поверхні з наступним відривом і набором висоти в порівнянні з двома іншими способами зльоту потрібна найменша потужність двигуна.

При зльоті з обмежених площадок одногвинтових вертольотів дії важелем «крок–газ» повинні бути плавними, оскільки залежно від зміни положення важеля «крок–газ» змінюється балансування вертольота. Чим більш різко змінюється положення важеля «крок–газ», тим інтенсивніше змінюється і балансування вертольота [79].

Вертодром являється аналогом аеродрому для вертольотів. Має таку ж саму структуру і термінологію як і аеродром, але частка «аеро» замінюється на «верто». Замість вертодрому можуть обладнувати *посадкові майданчики* на даху будинків, платформах, на обмежених земельних ділянках при стиснених умовах. Очевидно, що на таких ділянках відсутні деякі елементи, притаманні стандартному вертодрому.

Зліт по-літаковому потребує значних розмірів земляної ділянки та якісного вертикального планування її поверхні. Зліт вертольота в такий спосіб є більш економічним порівняно із рештою оскільки дозво-

ляє збільшити завантаження вертольота. Якщо порівнювати зліт вертольота по-літаковому та по вертолітному без використання ПП, то різниця в запасі потужності двигунів становить майже 10%. Саме тому важкі вертольоти, особливо при максимальному навантаженні, використовують тільки цей спосіб. Однак через брак вільного місця, стиснені повітряні підходи чи особливості вантажу, який перевозиться, іноді спосіб зльоту по-літаковому не може бути використаний.

Для того, щоб повністю врахувати особливості місцевих умов в районі проектування, при виборі розрахункового способу здійснення злітно-посадочної операції часто використовується емпіричний графік рис. 3.7. Такі графіки складаються для кожного типу вертольота. По горизонтальній осі відкладено температуру зовнішнього середовища, по вертикальній – абсолютну висоту посадкового майданчика над рівнем моря (позначка вертодрому). На прикладі (рис. 3.7) показано випадок, коли розрахунковим буде варіант здійснення злітно-посадочної операції по-літаковому [80].

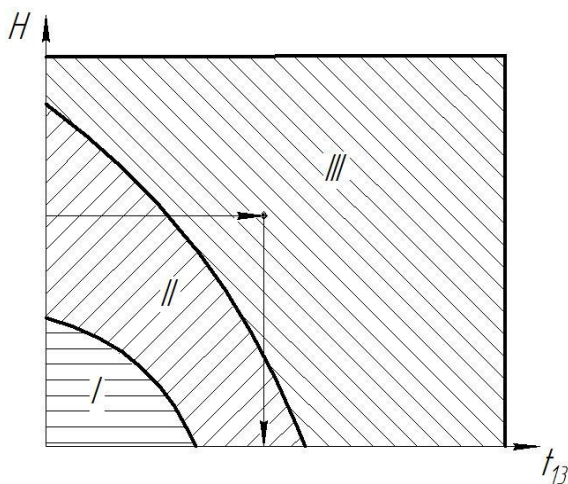


Рис. 3.7. Залежність розрахункового способу ЗПО вертольота від місцевих умов розташування вертодрому:

I – по-літаковому; *II* – по-вертолітному із використанням ефекту ПП;
III – по-вертолітному без використання ефекту ПП

3.2.2. Планування вертодромів

Вертолітна станція є аналогом аеропорту для вертольотів, має таку структуру: вертодром, СТТ і привертодромна територія. Клас станції визначають річним обсягом пасажирських перевезень (табл. 3.3), а клас вертодрому – найбільшим класом вертольотів, які експлуатуються. За аналогією з аеродромами вертодроми таким же чином класифікують за призначенням, характером використання, допуском до експлуатації і т.ін. Додатково вводяться поняття наземні та надводні вертолітні станції.

Таблиця 3.3

Класифікаційні показники вертолітних станцій

Клас станції	Річний обсяг пасажирських перевезень (тис. чол)	Загальна річна інтенсивність руху вертольотів, тис. зпо/рік
I	Більше 30	Більше 4
II	15–30	2–4
III	До 15	До 2

Вертодром складається з тих самих елементів, що і аеродром: ЛС із ЗПС, БСБ і ПКГС; РД; перон і МТС з груповими та індивідуальними МС; спецмайданчики, до яких додають швартовочні. Річ у тім, що деякі вертольоти на МС можуть переміщуватися і ушкоджуватися під дією вітру (у випадку, якщо його швидкість становить більше 20 м/с). При безангарному зберіганні вертольотів на МС виконують їх кріплення до якірних пристроїв для запобігання переміщення і пошкодження ПС при впливі вітрових навантажень.

В якості якірних кріплень для вертольотів використовуються швартувальні пристрої, призначені для фіксації вертольота при прогоні двигунів. Випробування двигунів при висінні вертольота виконується на швартовочних майданчиках. Їх обладнують окремо з розрахунку один майданчик на 15 легких або 10 середніх однотипних приписаних вертольотів [81, 82].

Як і літаки, вертольоти широко використовуються для спеціальних робіт: будівельних (для монтажу висотних споруд і у важкодоступних місцях), аерофотозйомки, охорони лісу, медичного обслуговування, патрулювання, пошуку риби, геодезичних, геолого-розвідувальних робіт та ін. Особливе місце займає застосування вертольотів на сільськогосподарських роботах. Обладнання сільськогосподарського вертодрому складніше, ніж для інших робіт. Умовне планування його показано на рис. 3.8.

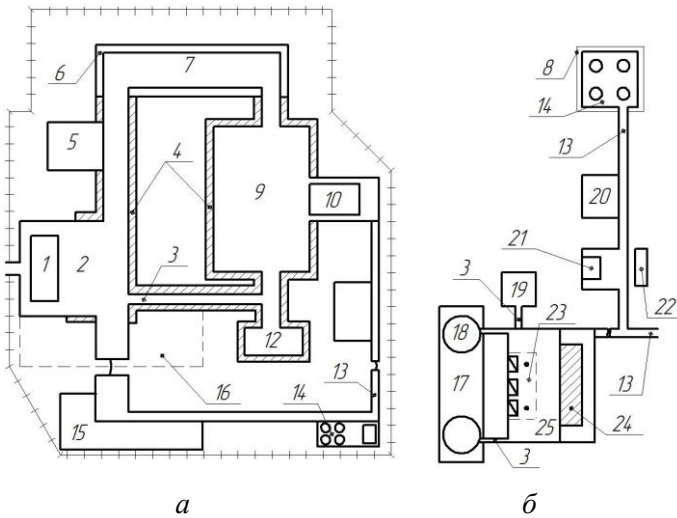


Рис. 3.8. Принципова схема генерального плану:

а – вертолітної станції; *б* – постійного вертодрому спеціального призначення; 1 – службово-пасажирський будинок; 2 – перон; 3 – руліжна доріжка; 4 – укріплене узбіччя; 5 – база вертодромної служби; 6 – льотна смуга; 7 – ТЗПС; 8 – огорожа; 9 – МТС; 10 – ангар або АТБ; 11 – РБД; 12 – швартовні майданчики; 13 – автодорога; 14 – склад ПММ; 15 – гараж; 16 – резервна площа; 17 – ГЗПС; 18 – місце зльоту-посадки по вертолітному та місце стоянки із твердим покриттям; 19 – дегазаційний майданчик; 20 – комплекс протипожежних засобів; 21 – службово-технічний будинок з майстернею; 22 – гуртожиток; 23 – склад і розчиновий вузол отрутохімікатів; 24 – склад мінеральних добрив; 25 – завантажувальні майданчики із навантажувальною технікою

Завантажувальний майданчик тут аналогічний вантажному перону і призначений для завантаження повітряного судна хімікатами за допомогою спеціальних механізмів.

Вертольоти мають ряд переваг перед літаками при їх використанні в сільгоспроботах. Вони мають більший діапазон швидкостей, значну маневреність, що особливо важливо для гірської та пересіченої місцевості. Такі роботи полягають у виконанні внесення добрив, боротьбі із шкідниками та рослинами, використовуються вертольоти навіть для раннього посіву зернових культур. Застосовують здебільшого вертольоти Мі-1, Мі-2, Ка-15, Ка-18, Ка-26. Однак собівартість авіахімробіт з літаків (Ан-2 та Ан-2М) нижча ніж з вертольотів, особливо з віддаленням від вертодрому ділянки, яку обробляють. Наприклад, розсів 100 кг добрив на 1 га з вертольота у 2,2 рази дорожчий, ніж з літака, до того ж з віддаленням на кожний кілометр вартість робіт (з вертольота) збільшується на 15% [83].

Із метою економії коштів вертодром та аеродром суміщують, тобто вертольот використовує для зльоту-посадки ту ж ЗПС, що і літаки, можливий варіант із приземленням вертольота прямо на місця стоянки.

Розміри елементів вертодрому призначають за рекомендаціями нормативних документів, як правило, без розрахунку (на відміну від аеропортів). Деякі з цих рекомендацій наведено в табл. 3.2, 3.3, 3.4 і 3.5. Окремі з указаних розмірів мають ряд обумовлень щодо конкретних ситуацій [80, 84].

Осі ЗПС, індивідуальних МС і швартовочних майданчиків орієнтують за напрямом домінуючих вітрів таким же чином, як і для аеродромів. Слід пам'ятати, що бічні зміщення найбільш небезпечні безпосередньо перед відривом і в момент відриву вертольота від землі, коли він знаходиться на землі у «зваженому» стані. У цьому випадку в результаті дії бічних сил виникають перекидні моменти в бік зміщення вертольота. Вже при швидкості бічного вітру на курсі зльоту більше 5 м/с відрив вертольота від землі, вертикальний підйом, зависання і перехід вертольота на розгін рекомендується виконувати проти вітру. Доворот на курс зльоту в цьому випадку виконується в процесі розгону. При цьому значення коефіцієнта вітрового завантаження мають бути не менше 97, 94 і 87 %, а розрахункові значення бічної складової швидкості вітру – не менше 10, 8 і 5 м/с відповідно для важких, середніх і легких вертольотів.

Таблиця 3.4

Розміри елементів вертодрому

Елемент вертодрому	Розміри елемента для вертольотів, м		
	важкі	середні	легкі
ЛС (по-літаковому): – ЗПС	190×20	110×20	110×15
– довжина ПКСГ	5	5	5
– ширина БСБ	15	5	5
Посадковий майданчик (по-вертолітному): – робоча площа	20×20	10×10	5×5
– довжина ПКСГ	15	15	15
– ширина БСБ	15	10	5
Посадковий майданчик на даху будинка або платформі	35×28	21×17	15×12
Ширина РД (не менша від подвійної колії)	15	8	6
Ширина узбіччя, укріпленого проти пилу: – вздовж РД	12	8	4
– вздовж швартовних майданчиків	–	10	5
Індивідуальне МС при установленні вертольота: – на тязі НГ (тягачем)	46×32	24×18	18×14
– підльотом на малій висоті	–	22×12	14×10
Швартовочний майданчик	–	24×24	18×18

Таблиця 3.5

Відстані між елементами вертодрому залежно від діаметра несучого гвинта

Відстань	Мінімальне значення відстані
----------	------------------------------

	при способі переміщення вертольота	
	на тязі НГ	підльотом на малій висоті
Між осями:		
– ЛС і МС	3D	3D
– суміжних МС	1,5D	3D
– МС і РД	1,5D	–
– РД і швартовочним майданчиком	2D	2D
Між краєм покриття і спорудою	1D	2,5D
Між віссю швартовного майданчика і бічною краєм покриття ЛС або спорудою	3D	3D
Між кінцями лопастей НГ вертольотів, розташованих на швартовних майданчиках	0,5D	–

Радіус заокруглення країв покриття у місцях приєднання РД до елементів вертодрому приймають рівним подвійній ширині РД. Відстань від кінців лопастей гвинтів вертольота, який стоїть на груповому МС, до краю покриття має бути не меншим ніж 2 м.

Складові елементи вертолїтного майданчика: робоча площа (льотна смуга), смуги повітряних підходів і бічні площини обмеження перешкод, руліжні доріжки, місця стоянок і швартувальні майданчики, перон, ділянка службово-технічної забудови. Форма, розміри робочої площі вертолїтного майданчика і кількість льотних смуг на ній приймаються залежно від типу і інтенсивності польотів вертольотів, наявності вільного земельного або інші ділянки та сприятливого рельєфу, вільних повітряних підходів, сили та напрямку пануючих вітрів. Кращою формою робочої площі є коло або квадрат, що забезпечують зліт вертольота проти вітру в будь-якому напрямку.

Площа місць стоянок на один вертолїт в залежності від його типу приймається від 40 до 200 м². Вимоги до технічного обладнання вертолїтного майданчика (подача палива, електро- і водопостачан-

ня, протипожежні засоби тощо) аналогічні вимогам до обладнання аеродромів. Для кожного типу вертольота, що базується на вертолітному майданчику, обладнується один швартовочний майданчик, на якому проводиться випробування вертольотів на прив'язі [85, 86].

3.2.3. Обладнання й утримання вертодромів

Порівнюючи споруди необхідні для утримання та устаткування вертодромів і аеродромів відзначимо, що суттєві відмінності полягають в маркуванні покриттів та вимогах стосовно прилягаючої території.

У випадку коли вертоліт виконує ЗПО із використанням ефекту ПП необхідні більш вільні повітряні підходи (рис. 3.9).

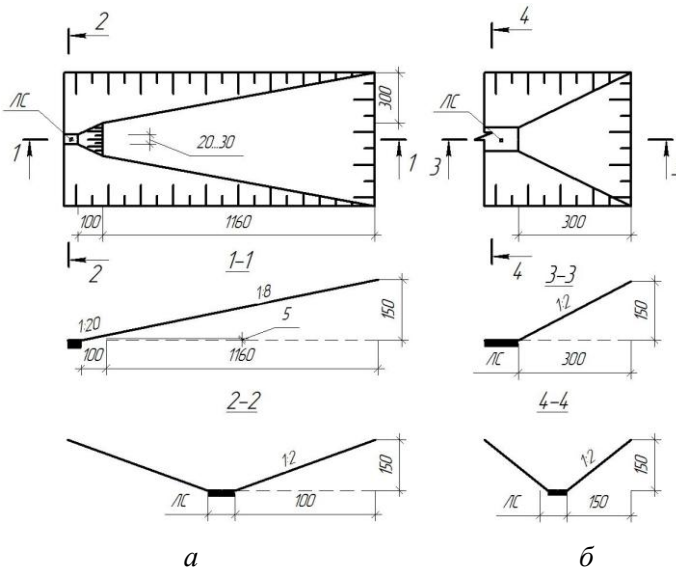


Рис. 3.9. Схема поверхонь обмеження висотних перешкод на привертодромній території при здійсненні ЗПО за способами: а – II; б – I і III

Тому, в цьому випадку обмеження висотних перешкод діє на значно більшій зоні, особливо у напрямку зльоту, однак форма та розміри цієї зони в плані значно менше ніж для літаків. Як і для аеродромів значна увага приділяється розташуванню ЛЕП, які сильно впливають на роботу електроприладів вертольота.

Як і для аеродромів, велике значення відіграє стан покриття вертодрому. Якщо використовується бетонне покриття, то необхідно періодично виконувати ремонт дрібних ушкоджень попереджуючи їх розвиток, зашпаровувати тріщини, вчасно поновлювати маркування. Для вертодромів, які обслуговують легкі вертольоти придатне ґрунтове покриття (або для тимчасових вертодромів). У випадку ґрунтового покриття, воно обов'язково повинно мати міцний дерновий покрив, який запобігає видуванню та руйнуванню ґрунту при роботі гвинта вертольота. Ґрунт обов'язково повинен мати достатню міцність, при перезволоженні мати незначну в'язкість, бути практично безпильним та забезпечувати швидкий розвиток дернового покриву. Поряд із місцем стоянки та руліжними доріжками не повинні знаходитись піщані або пилеподібні утворення, незакріплені незв'язний матеріал (щебінь, галька). Також на ґрунтових вертодромах обов'язково виконується скошування трави. Виходячи з цих умов навіть на тимчасових вертодромах доцільно передбачити улаштування твердого покриття. Можна використовувати спеціальні дерев'яні настили, настили з металевих листів і т. ін. [87].

Склад робіт по утриманню вертодрому суттєво відрізняється в залежності від пори року. Стосовно загальних рекомендацій, слід відзначити наступне. Щоденний огляд і виконання поточного ремонту покриття. Очищення від бруду, продуктів зносу покриття і заповнювача швів підмітанням, поливанням і миттям не менше 2 разів на добу. Виконується колоною поливомийних і вакуумно-прибиральних машин. Витрата води – приблизно 1 л на 1 м². Очищення і заливка пошкоджених швів навесні і восени. Боротьба з рослинністю у швах влітку поливанням розчином гербіцидів (витрата 0,5 м на 1 м шва). Збір металевих предметів машинами з електромагнітом (за кордоном) [88, 89].

Експлуатаційний стан вертодрому характеризується: влітку – міцністю ґрунту льотного поля, яка залежить від типу ґрунту, його вологості, гранулометричного складу та ступеня ущільнення, а взимку – від міцності ущільненого сніжного покриву, яка залежить від щільності снігу та його температури.

Експлуатаційне утримання влітку включає наступні операції: очищення і миття покриттів; закладення швів і тріщин; поточний і капітальний ремонт; оновлення маркування; підтримання рівності

та міцності ґрунтової частини льотного поля, агротехнічні заходи; знепилювання; утримання водовідвідних та дренажних систем; профілактичний і поточний ремонт аеродромної техніки.

Утримання вертодрому восени полягає в наступному.

Оновлюються маркувальні знаки. Виконується підготовка до зимової експлуатації. Дощеприйомні і тальвежні колодязі закривають кришками. Розробка плану зимового утримання аеродрому. Заготівля реагентів і будівельних матеріалів. Закладення колій і вибоїн на ґрунтовій частині льотного поля. Скошують траву. Створюють канали для відводу весняних талих вод. Закінчують ремонтно-будівельні роботи. Утеплюють водопровідні мережі та будівлі. Перевіряють роботу центрального опалення.

Утримання вертодрому в зимовий період. Найбільшою проблемою експлуатації вертодрому в зимовий період є засніження та можливе обледеніння руліжних доріжок, вертолїтного майданчика та місць стоянки вертольотів. Стосовно методів очищення снігу, виділяють два принципово різних підходи: метод очищення та метод ущільнення. Метод ущільнення використовується при великих обсягах опадів, стійких негативних температурах і експлуатації турбогвинтових повітряних засобів.

Рішення на очищення аеродрому від опадів приймає змінний інженер і несе за це відповідальність.

Очищення покриття ведеться без припинення льотної експлуатації у вікнах між польотами. Час на очищення аеродрому обмежено: 1 година від снігу, 1,5 години від льоду. У службі спецавтотранспорту водіям роздають технологічні карти на прибирання різних елементів вертодрому. Загін машин очолює начальник зміни. Дозвіл на вихід машин на смугу дає керівник польотів. Часто на очищення дається 10-15 хв.

При використанні цього методу виконуються наступні заходи: очищення елементів ЛП від снігу та сльоти; попередження і вилучення ожеледиці; створення майданчиків складування снігу; вивіз снігу; снігозатримання.

При роботі методом ущільнення сніг попередньо розрівнюють волокушами або гладилками. Ущільнюють сніг у момент випадання або після підвищення температури на 3-5°C пневмокотками, а потім перевіряють щільність снігу.

Для снігозатримання застосовують снігові траншеї, вали і спеціальні щити, що знижують швидкість сніговітрового потоку і викликають накопичення відкладень снігу. Також застосовують смуги деревно-чагарникових насаджень. При будь-яких змінах стану покриття аеродромною службою складається SNOW NOTAM – повідомлення пілотам про стан ЗПС, що включає в себе вид і товщину опадів на покритті, коефіцієнти зчеплення для різних ділянок покриття вертодрому.

Стосовно ожеледиці, то кращий метод – не боротися з ожеледицею, а намагатися попередити її появу. Превентивні заходи – просушування покриття вітровою машиною і розподіл протиожеледних реагентів (10-12 т за прохід).

При коефіцієнті зчеплення $\phi < 0,3$ польоти вертольотів по літаковому припиняються (для сухого покриття $\phi = 0,65-0,85$).

Існує декілька методів боротьби із обледенінням покриттів вертодрому:

1. Абразивний – нагрівання піску або кам'яної крихти і розподіл по поверхні льоду. Заборонено для ділянок, де відбувається руління вертольотів на тязі гвинта з включеним двигуном через надмірне запилення території. Екологічно чистий спосіб. Матеріал збирається і використовується повторно.

2. Тепловий – використовуються машини ТМ-150 та ТМ-150М. Дуже дорогий і низькопродуктивний. Існує небезпека перегріву покриття і видування заповнювача швів. Зате відразу дає готовий результат – зняття льоду і сушку.

3. Хімічний метод. Розподіл порошку або розчину хімічних реагентів. Швидкість засобів розподілу хімічних реагентів і прибирання залишків плавлення льоду в 5-6 разів вище, ніж у теплових машин. Ряд реагентів заборонено використовувати на нових (до 2х років) покриттях щоб не допустити корозії арматури. Потрібне спеціальне захисне просочення.

4. Механічний. Сколювання, дроблення, вібрспосіб, щітки з металевим ворсом.

5. Комбінований.

б. Експериментальні методи. Інфрачервоні випромінювачі на лампах, ультразвук, покриття з підігрівом і т.д.

Окремо стоїть питання роботи світлосигнальної системи в зимовий період. Знаки і сигнальні вогні на узбіччі встановлюють на ніжках з урахуванням середньої товщини снігового покриву. Перед снігоприбиральними роботами межі покриттів і місця розташування світлотехнічного обладнання позначають знаками-орієнтирами помаранчевого кольору. Після закінчення прибирання знаки знімають.

Щоб не пошкодити заглиблені в покриття вогні при прибиранні смуги в денний час їх відзначають прапорцями, у нічний – включають. Відвали снігоприбиральних машин забезпечують гумовими накладками.

Експлуатаційне утримання вертодрому в весняний період. Для забезпечення польотів в весняний період та подовження строку експлуатації аеродрому необхідно до початку інтенсивного сніготанення систематично ущільнювати ЛП, поступово зменшуючи шар снігу. Ущільнення снігу слід виконувати у другій половині дня, щоб під впливом нічних морозів сніг набував необхідну міцність, а польоти повітряних суден виконувати в ранні часи, коли температура повітря нижче нуля та ущільнений сніжний покрив має найбільшу міцність.

Весняне бездоріжжя починається після сходу снігу і відтавання верхнього шару ґрунту. Після закінчення весняного бездоріжжя проводиться миття покриттів. Оновлення маркувальних знаків. Огляд та очищення водовідвідних та дренажних систем. Відкривають дощеприймальні і тальвежні колодязі. Забезпечують відведення талих вод. Проводиться вирівнювання ґрунтової частини льотного поля і відновлення дерну. Проводиться прочісування дерну бородами для видалення відмерлих рослин і поліпшення аерації ґрунту. Виконується прикочування дерну для прискорення просихання і підвищення куцистості. Зняття, ремонт і укладання на зберігання снігоутримуючих щитів. Консервація снігоприбиральної техніки.

Використання вищенаведених рекомендацій забезпечить безпребійну та надійну роботу вертодрому в кожному період року. Крім

цього дотримання правил утримання вертодрому подовжить строк служби вертодромних покриттів та дасть економічний ефект.

3.3. Вплив погодних умов на роботу вертодрому

Авіація такий вид транспорту, що найбільше залежить від погоди. За різними оцінками до 20 % авіаційних подій спричинені несприятливими погодними умовами, серед яких приблизно 75 % пов'язано з рухом повітря. До 60 % авіаційних подій відбувається на етапах зльоту та посадки, тобто в зоні аеродромного руху.

Щоб запобігти негативному впливу погодних чинників на безпеку польотів застосовується оповіщення екіпажів повітряних суден (ПС) про поточні метеорологічні умови на аеродромі. Можливо також обмеження або заборона польотів ПС певних класів та з екіпажами певного рівня підготовки.

Наслідком таких організаційних заходів є зменшення використання вертодрому, що призводить до економічних втрат. Правильний вибір місця будівництва майбутнього вертодрому дозволяє ще на етапі проектування мінімізувати можливий негативний вплив місцевих мікрометеорологічних умов на безпеку польотів, але для цього потрібна інформація, зокрема про розподіл вітру в часі та просторі.

Вимоги до методів та засобів отримання даних про вітер відповідно до роботи для забезпечення безпеки польотів: вітер в зоні вертодрому; заходження на посадку; відхід на друге коло; набирання висоти.

За результатами спостережень визначаються напрямок і швидкість вітру на висоті 100 м і на рівні аеродромного кола польотів. Розміри області простору, з якої потрібно мати дані про вітер, залежать від типу ПС, для обслуговування яких призначений аеродром, і рельєфу місцевості.

З аналізу роботи [90] та даних про існуючі вертодроми розміри такої області приблизно становлять:

- радіус до 15 км від центру злітно-посадової смуги (ЗПС);
- висота від 2 до 1000 м від рівня ЗПС.

Дані потрібно мати за максимальний часовий період (бажано не менше п'яти років).

Вимірювання слід проводити кожні 3 год, через рівні відрізки часу. Також потрібні дані про турбулентність. Просторовий інтер-

вал вимірювань у горизонтальній площині повинен становити не більше 20 км [4; 7]. Похибки вимірювання швидкості вітру σV не більше 0,5 м/с, напрямку $\sigma \phi$ – не більше ніж 10 град. Роздільна здатність за висотою $\Delta h \leq 30$ м.

Інженерні вишукування для будівництва на території України включають інженерно-метеорологічні вишукування, які містять:

- визначення кліматичних характеристик території (розподіл швидкостей, напрямків вітру та швидкості вітру на рівні земної поверхні й на висотах);
- оцінювання ймовірності проявів на цій території небезпечних метеорологічних явищ і процесів;
- прогнозування небезпечних явищ і оцінювання очікуваних для об'єкта ризиків;
- оцінювання на майданчику проєктованого об'єкта мікрокліматичних умов, випарів у атмосферу, особливостей розсіювання шкідливих домішок і забруднення атмосферного повітря.

Результати інженерно-метеорологічних вишукувань мають характеризувати весь період спостережень на відповідних метеостанціях, доповнювати або замінити відсутність метеоспостережень.

Матеріали спостережень мають бути репрезентативними для довколишньої до об'єкта території з урахуванням географічної зональності.

Обов'язковим є виявлення мікрокліматичних особливостей місцевості безпосередньо на майданчику об'єкта з урахуванням впливу: рельєфу; водойм; міської забудови; промислових підприємств тощо.

Якщо інформації відносно інженерно-гідрометеорологічних вишукувань немає, рекомендовано спиратися на достовірні статистичні дані про розподіл вітру за максимально можливий за тривалістю період. Дані варто отримувати в результаті не менше восьми вимірювань у день. Також необхідно мати інформацію про пориви вітру.

Достовірна інформація про поточну погоду дуже важлива для всіх дій вертольотів. Вітер, висота і кількість шарів хмарності, видимість, температура, точка роси і вірогідність обмерзання вкрай важливі для експлуатаційної безпеки. Безпека авіації не може бути поставлена під загрозу, ні за яких обставин. Vaisala має більш ніж 30-річний досвід роботи в авіаційній метеорології і є лідером галузі. Vaisala зі своїми

партнерами пропонує повний спектр метеоспостережень і надання звітів для успішної та безпечної роботи вертольотів.

Тепер технології метеостанцій Vaisala доступні у програмі «Вертоліт під ключ». Ця програма буде включати в себе планування та забезпечення безпеки для ефективної роботи вертольотів. Клієнтами програми «Вертоліт під ключ» можуть бути державні, адміністративні, промислові (нафта & газ) або приватні клієнти, яким необхідна безпечна і надійна робота вертольотів.

Вертольоти часто працюють в таких ситуаціях, де не повинно бути ні найменшого шансу зробити помилку. При цьому дуже важливо точно знати яка видимість, хмарність та вітровий режим в районі роботи вертольота. Від цього залежить безпека польотів, саме тому важливо отримувати метеорологічну інформацію від датчиків, таких же надійних та сучасних, як вертоліт та інше обладнання.

Основа погодної станції Vaisala для вертодрому – це дуже надійна метеостанція MAWS, найсучасніша зі всього сімейства метеостанцій Vaisala, використовувана фактично у всіх авіаційних системах Vaisala. Станція MAWS спеціально розроблена для автономної роботи на віддалених об'єктах, де потрібна висока надійність.

Всі датчики, використовувані в метеосистемі Vaisala на вертодромах, точно такі ж, як і в найбільших аеропортах світу, і на їх точність і надійність покладаються при організації повітряних перевезень і управлінні повітряними судами у всьому світі.

Системи для вертодромних метеостанцій включають в себе:

- комплект датчиків вітру Vaisala WA15;
- високоякісне обладнання для вимірювання вітру;
- точне вимірювання швидкості та напрямку вітру;
- низький початковий поріг вимірювань;
- конічні чашки анемометра забезпечують відмінну лінійність вимірювань;
- обігрів вала запобігає замерзанню підшипників;
- ультразвуковий датчик вітру Vaisala WINDCAP® WMT700 обраний FAA в якості стандартного датчика вітру в США. Відповідає вимогам ВМО та ІКАО;
- діапазон вимірювань до 75 м/с. Частота виведення даних 0,25 з (4 Гц). Обігрів до 150 Вт. Самодіагностика і перевірка даних;

- цифровий барометр Vaisala BAROCAP ® PTB330;
- підвищення надійності шляхом дублювання вимірювань трьома сенсорами;
- датчик видимості Vaisala FS11;
- розроблений спеціально для визначення видимості (RVR) на ЗПС, обраний, затверджений і використовуваний FAA (США) та DWD (Німеччина). Відповідає вимогам FAA і ІКАО для вимірювання RVR і видимості;
- вимірювач вологості і температури Vaisala HUMICAP ® HMP155;
- датчик Vaisala HUMICAP «180R, має чудову довготривалу стабільність;
- температура, відносна вологість і точка роси повітря. Діапазон вимірювання відносної вологості 0 ... 100 % RH. Діапазон вимірювання температури -80 ... +60°C;
- вимірювач висоти хмарності CL31, діапазон вимірювань від 0 до 7.5 км (0-25,000 фт);
- модульна конструкція для простоти установки і обслуговування;
- всебічна самодіагностика з аналізом несправностей.

Друге покоління удосконалених однолінзових оптичних пристроїв забезпечує чудові показники навіть при низькій хмарності. Швидке вимірювання дозволяє визначити тонкі шари хмар нижче суцільної кромки основної хмарності. Неперевершені експлуатаційні показники для вертикальної видимості і виявленні хмарності при випаданні опадів. Новітня технологія від провідного світового виробника - на базі досвіду роботи понад 5000 хмаровимірювачів, поставлених фірмою Vaisala по всьому світу.

Щоб запобігти негативному впливу погодних чинників на безпеку польотів застосовується оповіщення екіпажів повітряних суден (ПС) про поточні метеорологічні умови на аеродромі. Можливо також обмеження або заборона польотів ПС певних класів та з екіпажами певного рівня підготовки. Наслідком таких організаційних заходів є зменшення використання аеродрому (вертодрому), що призводить до економічних втрат.

Правильний вибір місця будівництва майбутнього аеродрому (вертодрому) дозволяє ще на етапі проектування мінімізувати можливий негативний вплив місцевих мікрометеорологічних умов на безпеку польотів, але для цього потрібна інформація, зокрема про розподіл вітру в часі та просторі.

3.4. Області застосування вертолітних майданчиків

Повітряні перевезення є найшвидшим способом доставки пасажирів та вантажів. Для функціонування авіаційного транспорту важливим є наявність розвиненої наземної інфраструктури, тобто аеродромів, вертодромів та зручних під'їзних шляхів до них. Вибір місця будівництва майбутнього аеродрому (вертодрому) має задовольняти вимоги економічної доцільності та безпеки експлуатації.

Жодна, нині існуюча держава, не може успішно розвиватися, не маючи сучасної розвиненої, високотехнологічної транспортної інфраструктури. Однією з важливих складової такої є мала авіація, зокрема вертолітні перевезення.

Враховуючи гостру потребу сучасної транспортної інфраструктури у швидкому, зручному, доступному й економічному вигляді авіап перевезень необхідно сконцентрувати свої зусилля на будівництві вертодромів і вертолітних майданчиків різних категорій з прилеглою інфраструктурою, а також на будівництві хіміко-аналітичних лабораторій з визначення якості авіаційного палива.

На даний момент при будівництві вертодромів можна, окрім традиційних матеріалів використовувати алюмінієві та композитні панелі, наносити спеціальне покриття проти ковзання, виконувати вертолітні майданчики будь-якої форми та ін.

Області застосування вертолітних майданчиків:

- перевезення пасажирів, багажу, вантажів і пошти;
- забезпечення потреб державних структур: МНС, МВС, Міноборони, Прикордонної служби та Пожежної служби;
- надання швидкої медичної допомоги;
- проведення санітарних заходів;
- обслуговування госпіталів і лікарень;
- обслуговування банків, готелів, бізнес-центрів та інших установ;

- рятувальні операції, обстеження територій, газопроводів і нафтопроводів;
- моніторинг навколишнього середовища - лісове патрулювання, обліт плантацій;
- геологорозвідка, вивезення лісу, будівельно-монтажні роботи, обробка сільськогосподарських угідь.

Щодо можливого розташування майданчиків, то обмеження практично відсутні, вони можуть бути мобільні, на пересіченій місцевості, наземні, на дахах будівель і споруд, на понтонах, на морських або річкових судах і яхтах, на морських бурових платформах та за індивідуальними проектами.

Мають модульну конструкцію і проектуються з використанням наступних попередньо виготовлених стандартних модулів і панелей. Загальний вигляд найбільш поширених панелів в будівництві наведено в табл. 3.6 [91-94].

Таблиця 3.6

Панелі, які використовуються для збірних вертодромних покриттів

Опис конструкції	Вид панелі	Вид майданчика
<p>Алюмінієві майданчики PORTAPAD Набір модулів для швидкої збірки і розбирання мобільних майданчиків (протягом двох годин)</p>		

Продовження табл. 3.6

<p>Алюмінієві майданчики SOLOY Готові до установки мобільні майданчики для пересіченій місцевості</p>		
<p>Алюмінієві конструкції HELOMAT Панелі, призначені для установки майданчиків на рівні поверхні (наземні майданчики)</p>		
<p>Алюмінієві конструкції HELISLAT Панелі, призначені для установки майданчиків, піднятих над поверхнею (на дахах будівель, на морських судах, бурових платформах та ін.)</p>		

Закінчення табл. 3.6

**Композитні
конструкції
HELISTOP**

Панелі універсального призначення для установки майданчиків, піднятих над поверхнею



PORTAPAD – алюмінієві майданчики, що збираються з стандартного набору попередньо виготовлених модулів (збірку виконують дві людини протягом двох годин). Установка вертолітного майданчика PORTAPAD не вимагає ні спеціальної підготовки ґрунту, ні фундаменту, ні бетонних подушок. Він може бути також встановлений і на похилій поверхні. Вертолітний майданчик PORTAPAD може приймати вертольоти вагою до 7 т, вони випускаються в квадратній конфігурації розмірами 6х6 і 9х9 м і можуть бути укомплектовані приставними сходами. При загальній максимальній вазі майданчика PORTAPAD – 4,4 т можна легко переміщати і тимчасово використовувати на різних заходах. Дизайн цього вертолітного майданчика дозволяє використовувати бічні поверхні для візуальної реклами.

SOLOY – є готовими до установки мобільними майданчиками на пересіченій місцевості. Незамінні для прийому вертольотів у важкодоступній місцевості. Є три типорозміру для прийому вертольотів від 2,7 до 5,7 т.

HELOMAT (алюмінієві конструкції) – цей вид конструкцій (панелей) призначений для будівництва вертолітних майданчиків на рівні поверхні (на будь-якій щільній поверхні або звичайному ґрунті) і успішно замінюють бетонні. Також застосовуються для реконструкції зношених та пошкоджених бетонних вертолітних майданчиків на дахах будинків і в інших вертодромних модифікаціях. Дані алюмінієві конструкції можуть встановлюватися безпосередньо на бетонне покриття.

HELISLAT – (алюмінієві конструкції) – даний вид конструкцій (панелей) є ідеальним рішенням для обладнання вертолітних майданчиків на дахах будинків за спеціальними та індивідуальними проектами (на морських і річкових судах, на морських бурових платформах і т.д.).

Термін служби алюмінієвих майданчиків не менше 25 років.

Несучі конструкції складаються із сталевих та/або алюмінієвих частин, що не схильні до корозії, які проектуються і конструюються таким чином, щоб витримати необхідні і достатні навантаження при експлуатації вертолітного майданчика. Проектуються, розраховуються і конструюються не тільки окремі елементи і вузли несучих конструкцій, але і в цілому вся поверхня вертолітного майданчика.

Для зручності і здешевлення проекту частина сталевих несучих конструкцій може бути придбана на місцевому ринку. Для цих цілей місцевий виробник і постачальник буде забезпечений всіма необхідними кресленнями та рекомендаціями.

Спеціальне покриття «САНДВІЧ» для вертолітних майданчиків завдяки своїм високим експлуатаційним властивостям: зносостійкості і високій міцності, застосовується для обладнання тимчасових або постійних місць посадки вертольотів (рис. 3.10, 3.11). Технологія укладання покриття, дозволяє домогтися відповідності вимогам по рівності та міцності поверхні, зазначеним у керівництві з льотної експлуатації вертольотів.



Рис. 3.10. Загальний вигляд вертодрому на даху



Рис. 3.11. Вертодром на даху (стрілками показано напрямки зльоту та заходу на посадку)

Крім того, покриття вертолітних посадочних майданчиків «САНДВІЧ» має додаткові переваги [95]:

- висока стійкість до технічних рідин;
- при необхідності установки додаткового обладнання на майданчику, можна легко видалити частину покриття необхідної форми і розмірів;
- так само можливо провести заміну пошкодженої ділянки не змінюючи всього покриття;
 - можливість поєднання різних кольорів, дозволяє робити розмітку частиною покриття. Такий метод дозволяє позбавитися від щорічного поновлення маркувальних знаків, необхідних для зльоту/посадки вертольота. Текстура і яскраві кольори роблять вертолітний майданчик добре видимим з великої відстані;
 - покриття можна укладати на майданчиках будь-якої форми;
 - покриття володіє шумопоглинаючими і антистатичними властивостями;
 - не вимагає спеціальних засобів захисту, просте в обслуговуванні;

Окрім традиційного розташування вертолітних майданчиків на рівні землі, слід окремо виділити вертодроми припідняті над рівнем земної поверхні та вертопалуби. Для будівництва вертодромів широко використовуються дахи будівель (рис. 3.10, 3.11).

Вертоліт, подібно літаку, повинен злітати і сідати проти вітру, тому злітно-посадкову смугу (підняту платформу) треба укласти в напрямку пануючих вітрів більшої сили. Дана вимога набуває особливо важливе значення в умовах існуючої міської забудови, де розташована на рівні землі вертолітна станція може мати, як правило, тільки одну злітно-посадкову смугу з двома діаметрально протилежними стартами.

При встановленні повного фактичного вітрового завантаження злітно-посадкової смуги (піднятої платформи) слід враховувати не тільки зустрічний і бічний вітер, суворо перпендикулярний поздовжньої осі вертольота, але і спрямований під деяким кутом, проекція якого на нормаль (перпендикуляр до поздовжньої осі) не перевищує допустимого бокового вітру. На відміну від літаків вертольоти літають на відносно малих висотах (100-400 м) і можуть експлуатуватися в межах міської території. При визначенні напрямків внутрішньоміських і приміських вертолітних трас слід керуватися такими основними вимогами: видалення трас від сельбищних районів міста; відсутність по трасі штучних і природних перешкод; наявність по трасі місць, придатних для виконання непередбаченої посадки.

Вертолітні траси в межах міста рекомендується прокладати над лісопарковими зонами, каналами, озерами, річками, площами, промисловими районами, залізницями та автомагістралями. У Росії накопичений досвід будівництва вертолітних станцій на рівні землі, на будівлях і піднятих платформах. З появою гідровертольотів можливий варіант розбивки та обладнання льотної смуги безпосередньо на акваторії (гідровертодром). В окремих випадках для виконання сезонних перевезень пасажирів на вертольотах може бути використаний крижаний покрив внутрішньоміських або приміських водойм (ставки, озера, річки, затоки).

Вертолітні станції на будівлях, у порівнянні з наземними, можуть бути розміщені в центральній щільно забудованій зоні міста. Вони менше зашумляють прилеглі райони і створюють більш сприятливі умови для забезпечення повітряних підходів. На даху будівлі можуть розташовуватися тільки вертодром (посадковий майданчик), диспетчерська і при необхідності МС і швартувальні майданчик. Службово-пасажирські та підсобні приміщення слід розмішувати на верхніх поверхах [96].

Будівництво вертолітних станцій неприпустимо в районах де регулярно спостерігаються несприятливі атмосферні умови (низька хмарність, тумани, затоплюваність зливовими і паводковими водами). Розробляючи генеральні плани вертолітних станцій, слід розмішувати будівлі і споруди щодо льотної смуги так, щоб не створювалося сильної турбулентності, що негативно впливає на роботу несучого гвинта вертольота при випробуванні трансмісії або під час зльоту-посадки. Видалення льотної смуги від об'ємних об'єктів (аеровокзал, ремонтний бокс та ін) на велику відстань усуне, звичайно, явище турбулентності, але це призведе до збільшення розмірів земельної ділянки, протяжності інженерних комунікацій та під'їзних доріг, що викличе подорожчання будівництва вертолітної станції. Можна надати будівлям добре обтічну форму, але це значно ускладнить виробництво будівельних робіт і не дасть великого ефекту.

Найбільш доцільно розташовувати будівлі та об'ємні споруди вертолітної станції з боку переважаючих слабких вітрів. У цьому випадку повітряний потік, що проходить між будівлями, буде мати найменшу турбулентність і його дія на несучий гвинт вертольота не буде завдавати негативного впливу. Сказане вище повною мірою відноситься і до вертодрому, і до посадкових майданчиків, розташованих на дахах будівель. З метою недопущення утворення турбулентних потоків протягового характеру на даху не повинні бути виступаючі вище рівня даху конструктивні елементи, розташовані з боку переважаючих сильних вітрів. Крім того, слід враховувати і висхідні по стіні будівлі повітряні потоки, які на рівні даху і вище можуть створювати сильні турбулентні завихрення, для усунення яких по периметру даху на спеціальних кронштейнах встановлюються металеві сітки, що нахилиються до горизонту під кутом 10° , причому площа осередку металевої сітки не повинна перевищувати 3 см^2 . Ця сітка служить і як запобіжний засіб, що забезпечує безпеку для пасажирів та обслуговуючого персоналу.

Основними вимогами, що пред'являються до генеральних планів вертолітних станцій, які розташовуються у межах міської забудови, є висока технологічність і гранична компактність. Ця ж вимога поширюється і на генеральні плани вертолітних станцій, які роз-

ташовуються у аеропортах, але з тією різницею, що в даному випадку має бути закладений принцип максимального використання наявних в аеропортах будівель і споруд. В основному треба вирішувати тільки льотну зону, щоб польоти вертольотів не заважали основній діяльності аеропорту.

Дах, на якому буде розміщений вертодром, повинен витримувати механічні навантаження від багаторазового прикладання ваги вертольотів, пасажирів, обладнання; мати максимально надійну гідроізоляцію, міцну гідроізоляцію та захист від механічних пошкоджень; бути абсолютно негорючим, маслостійким і бензостійким. Для обліку динамічних навантажень, що припадають на покрівлю при зльоті/посадці вертольота, за нормами у розрахунки закладають коефіцієнт перевантаження 1,5-2,0.

Конструкція покрівлі під вертолітний майданчик складається з наступних основних шарів:

- гідроізоляція (з комбінованого гідроізоляційного матеріалу Резітрікс або Резітрікс ГА з підвищеною стійкістю до бітумних матеріалів);
- шар механічно міцного негорючого утеплювача на основі піноскла;
- дренажний шар;
- шар, що забезпечує експлуатацію, безпечно розміщення і кріплення обладнання (стяжка, плити, тротуарна плитка, піщана подушка).

Яскравим прикладом популярності припіднятих вертолітних майданчиків може служити проект реконструкції Центрального залізничного вокзалу в Мілані (Італія), що включає великий автовокзал, міський аеровокзал, станції двох ліній метрополітену і вертолітну станцію із злітно-посадочним майданчиком, яка повинна бути споруджена над залізничними коліями на величезній плиті-платформі. У комплексі з вокзалом запроєктовані двоповерхові підземні автостоянки на 5500 місць.

Особливим видом дахів є плоскі дахи (дахи-тераси), що влаштовуються над адміністративними, житловими та лікувальними будівлями, готелями, театрами, ресторанами та спортивними спорудами, що можуть використовуватися в якості злітно-посадкових майданчиків вертольотів і для інших цілей.

Стосовно розміщення вертольотів на палубі (рис. 3.12, 3.13), то слід відзначити, що пірамідальні шасі мають корабельний недолік – при великих вертикальних переміщеннях шасі вертольота спостерігаються значні бічні переміщення коліс, що призводять до зміни колії при обтисненні амортизаторів [97]. З метою запобігання зісковзування вертольота з льотної палуби корабля під час качки її поверхню покривається спеціальною мастикою (з коефіцієнтом тертя 0,45–0,55), а на поверхню злітно-посадкового майданчика натягується сітка. Ці заходи перешкоджають вільному переміщенню коліс опор пірамідальної схеми вбік, яке може призвести до виключення з роботи амортизатора шасі, тобто до збільшення навантажень на елементи конструкції шасі, до зниження загального демпфування системи шасі – FIV, що загрожує наслідками провокацій земного резонансу на палубі.



Рис. 3.12. Вертолітоносець



Рис. 3.13. Нафтова платформа із вертолітним майданчиком

До дати початку підключення і заповнення магістральних нафтопроводів (МН) нафтою повинні бути завершені та прийняті ро-

бочою комісією з оформленням акта об'єкти і споруди лінійної частини МН: власне трубопровід з лупінгами і резервними нитками, з переходами через природні та штучні перешкоди з лінійними засушками; вузлами пуску-прийому очисних і діагностичних пристроїв; лініями електропередачі; електроустановки; лінії зв'язку з вузлами і підсилювальними пунктами; будинку обхідників; злітно-посадочні майданчики для вертольотів; захисні споруди від аварійного розливу нафти; засоби електрохімічного захисту (ЕХЗ); лінійна телемеханіка, сигналізація, автоматика, а також засоби інженерного захисту від небезпечних геологічних процесів. Крім того, до цього часу повинні бути завершені будівництво з оформленням акта форми КС-11.

Для ремонтів магістральних нафтопроводів (МН) найбільше застосування знаходять вертольоти. Вони не вимагають великих, спеціально обладнаних злітно-посадкових майданчиків і можуть злітати і сідати практично на будь-якому досить відкритому місці. Обслуговування аварійно-відновлювальних робіт на нафтопроводах за допомогою вертольотів відрізняється високою мобільністю. Однак воно значною мірою залежить від погодних умов на трасі і часу доби, що може викликати затримку вильоту бригади до місця аварії і привести до несвоєчасної її ліквідації.

Смуги повітряних підходів слід прокладати з урахуванням наюючих вітрів так, щоб посадка і зліт здійснювалися по можливості проти вітру. Злітно-посадкові майданчики можуть бути прямокутної, круглої, Т-, Г-подібної форм у плані, а також складатися з прямокутних майданчиків, розташованих трикутником або V-образно. У тому випадку, коли вертолітний майданчик поєднується з дахом будівлі, її покриття повинне забезпечувати передачу тиску на несучі елементи, а також створювати необхідну водонепроникність, тепло- та звукоізоляцію [98].

Несучі конструкції перекриттів вертолітних майданчиків розраховують на вертикальні сили від ваги вертольота з урахуванням динамічних впливів при його жорсткій посадці. Вплив динамічних факторів на жорсткі перекриття вивчено недостатньо і за деякими даними може збільшувати статичні навантаження в 1,5-2 рази [99,100]. Коефіцієнт надійності за навантаженням для ваги вертольотів можна приймати рівним одиниці. Тиск від коліс передається

на покриття у вигляді зосереджених сил, умовно розподілених на площі кола.

По краях надземні вертолітні майданчики повинні бути огорожені захисним бордюром, який розраховують на дію удару від колеса вертольота. Можна вважати, що тиск від колеса опори розподіляється по товщині покриття по конусу з урахуванням нахилу утворюючих до вертикалі під 45° . Круглий відбиток передачі тиску на несучу конструкцію можна для зручності розрахунку замінити рівновеликою за площею квадратною. Елементи конструкції перекриттів, колон розраховують за нормами для залізобетонних і сталевих будівельних конструкцій.

3.5. Вертолітні майданчики приватних вертодромів

Вертолітний транспорт на сьогоднішній день недостатньо розвинений, однак об'єм перевезень постійно зростає. Тому питання будівництва приватних вертодромів і, відповідно, смуг та майданчиків для приземлення та зльоту повітряного транспорту встає перед будівельниками все частіше.

Небо тепер відкрито для малих вертольотів, їм не потрібно отримувати дозвіл на зльот та їх популярність зростає. Будівництво свого приватного вертодрома – реальна задача, доступна для великої кількості забезпечених людей, землевласників. Актуальним являється також будівництво ангара для приватного вертольота. Такий ангар слід зводити поблизу від ЗПС.

Першим кроком в будівництві вертолітного майданчика є вибір місця. Бажано, щоб воно було зручно і практично розташовано. Не слід розміщувати вертолітний майданчик неподалік від жилих зон. Має бути передбачений зв'язок з транспортними лініями (дорогами) – це один з основних критеріїв для вибору місця будівництва. Вибрана місцевість повинна бути достатньо пласкою і великою для розміщення не тільки майданчика, але і невеликих будівель поблизу приватного вертодрома. Земля повинна мати природний дренаж для забезпечення водовідведення.

Для підготовки місця будівництва вертолітного майданчика необхідно:

1. Очистити всю площу від дерев, каменів і будівельних споруд. Пні великих дерев повинні бути викорчовані на 12 см нижче поверхні майбутнього майданчика за допомогою спецтехніки;

2. Заповнити всі понижені ділянки, в яких може збиратися вода.

3. Ліквідувати всі різкі розриви поверхні і високі «горби» або насипи.

4. Заповнити ґрунтом та ущільнити нори диких тварин, наприклад кротів. Якщо життєдіяльність риучих тварин занадто активна, необхідно вибрати нове місто для будівництва або провести спецзаходи, оскільки вона є причиною руйнування покриттів та аварій;

5. Направити водовідводи таким чином, щоб в випадку сильних дощів великий обсяг води не пересікав вертолітний майданчик і не руйнував його;

6. Передбачити освітлення в нічний час для об'єктів на території вертодрома поблизу зльоту і посадки повітряного транспорту, які не можуть бути видалені по різним причинам (дерева, стовпи електричних або телефонних ліній).

Покриття вертолітної площадки повинно відповідати усім вимогам, вказаним в керівництві з льотної експлуатації. Нижче розглянемо, яким повинно бути покриття:

– поверхня його повинна бути зручною для нанесення маркувальних знаків, необхідних для зльоту і посадки повітряного транспорту;

– маркувальна розмітка повинна бути видимою здалеку;

– на поверхні покриття повинно бути добре видно випадкові небезпечні предмети, які заважають приземленню або зльоту повітряного транспорту;

– покриття території зльоту та посадки повинно бути виготовлено з спеціальних будівельних матеріалів, які передбачають легку і швидку заміну будь-якої пошкодженої ділянки на нову, без необхідності видалення всієї площадки.

– покриття повинно володіти шумопоглинаючими і антистатичними властивостями, не повинно вимагати спецзасобів захисту;

– покриття повинно бути стійким до впливу агресивних середовищ (високі і низкі температури, вода, вітер і т. д.)

Для покриття більш всього підходять плити ПАГ-14 і ПАГ-18, укладені на піщано-гравійну подушку.

4. ПОКРИТТЯ ВЕРТОДРОМІВ

4.1. Вертодромні покриття. Призначення та загальні вимоги до покриттів

Одним з найбільш трудомістких і дорогих споруд є покриття. Їхня площа досягає 15 % від загальної площі вертодрому, а вартість – 25 % від повної вартості всіх споруд і обладнання. У перспективі очікується збільшення площі покриттів до 25 %. Зрозуміло, що в експлуатаційних витратах значні кошти припадають на утримання, ремонт покриттів і службу, яка виконує ці роботи.

Річ у тім, що різні типи ґрунтів зовсім по-різному сприймають навантаження, до того ж несуча здатність ґрунту також сильно залежить від його вологості, фізико-механічних властивостей та інших факторів. Деформація ґрунту від дії колеса повітряного судна веде до утворення колії, що унеможлиблює розбіг та зліт, окрім цього виникає значне пилоутворення. Тому ґрунтові покриття для середніх та важких повітряних суден, а тим більше для виконання регулярних пасажирських перевезень не використовуються. Сенс роботи покриттів вертодромів полягає в збільшенні площі передачі навантаження від коліс повітряного судна на ґрунт. Із метою зменшення тиску на ґрунт збільшують кількість коліс головних опор сучасних літаків та товщину покриттів.

Умови наземного пересування повітряного судна сильно погіршуються із збільшенням вологості ґрунтів, особливо пилюватоглинистих, бо від цього різко знижується їхня міцність. Вологість ґрунту дуже зростає під час дощу та сніготанення, тобто в не зимовий період. Дощова погода може надовго затягнутись, викликавши тривалий нельотний період. Щоб забезпечити цілорічну безперебійну роботу авіації без огляду на стан ґрунтової поверхні, на ній споруджують тверді (штучні) аеродромні покриття (одяг). Їх влаштовують на ділянках, які систематично сприймають колісне навантаження – на ТЗПС, РД, перонах, МС і спеціальних майданчиках [102, 103].

Аеродромні покриття являють собою конструкції, що сприймають навантаження і впливи від повітряних суден, експлуатаційних і природних факторів і задовольняють вимогам забезпечення безпеки польотів. Найважливішими якостями аеродромних покриттів,

які визначають безпеку виконання польотів є їх міцність, стійкість і довговічність, особливо в складних гідрогеологічних умовах.

Звісно, конструкція покриття дуже сильно залежить від розрахункового типу повітряного судна та умов роботи покриття, але існує низка загальноприйнятих положень. Покриття являє собою плиту або конструкцію дорожнього типу, яка складається з двох основних шарів (рис. 4.1): самого покриття й штучної основи. Кожен з них, в свою чергу, може складатися з декількох шарів.

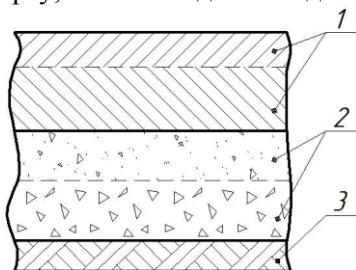


Рис. 4.1. Схема конструкції аеродромного покриття:

1 – саме покриття; 2 – штучна основа; 3 – природний ґрунт (основа)

Верхній шар покриття піддається безпосередньому впливу вертикальних і горизонтальних зусиль від повітряних суден, а також атмосферному впливу і тому влаштовується з найбільш міцних кам'яних матеріалів (або використовується жорстке покриття), зазвичай з введенням в'язучих речовин, що підвищують їх зв'язність, що зменшують знос і що додають дорожньому одязі водонепроникність. Покриття забезпечує необхідні експлуатаційні якості дороги: рівність поверхні, зносостійкість, міцність, високий коефіцієнт зчеплення, сприяє задоволенню санітарно-гігієнічних вимог, тобто легкості видалення пилу, бруду, безшумності руху.

Основа – нижня несуча частина дорожнього одягу, що влаштовується з кам'яних матеріалів або ґрунту, оброблених в'язучими матеріалами, і призначена для передачі і розподілу навантаження на ґрунт земляного полотна. Вона не піддається безпосередньому впливу зусиль від повітряних суден і впливу атмосферних чинників і тому влаштовується з матеріалів менш міцних, ніж покриття. У разі влаштування основи з декількох шарів, для верхніх використовуються більш міцні матеріали.

Третій шар покриття – ґрунт земляного полотна (підстилаючий ґрунт) – являє собою ретельно ущільнені і сплановані верхні шари земляного полотна. Він сприймає розподілене за вищерозташованими шарами навантаження від повітряних суден і повинен задовольняти досить високим вимогам щодо однорідності, опору зовнішнім навантаженням, сталості водного режиму [104].

З точки зору зручності та безпеки виконання злітно-посадкових операцій, ідеальною буде горизонтальна поверхня покриття. Однак таке рішення неприйнятне з наступних причин: по-перше, для створення горизонтальної поверхні потрібно, як правило, виконати значні обсяги земляних робіт, по-друге, горизонтальна поверхня не забезпечує стоку талих і дощових вод, що в ряді випадків може служити причиною різкого зниження експлуатаційних якостей і навіть виходу з ладу вертодрому та значного збільшення витрат на його утримання і ремонт. Тому при розробці проекту поряд з вимогами безпеки польотів необхідно дотримуватися належних умов водовідведення.

В більшості випадків безперервно іде процес поступового зволоження ґрунтової основи. Це явище обумовлене відсутністю природнього випарування вологи та утворенням конденсату під подошвою покриття. Іноді мають місце і різкі зміни рівнів ґрунтових вод. Проектуючи вертикальне планування аеродрому в цілому, його поверхню (разом з аеродромними покриттями) формують у вигляді системи площин з певними ухилами – поздовжніми і поперечними. При цьому намагаються максимально вписатися в існуючий рельєф (для зменшення обсягу земляних робіт) і одночасно забезпечити стікання поверхневих вод (дощових та розталих), не ускладнюючи рух літаків у місцях сполучення площин. Такі сполучення мають бути відносно плавними, з великим радіусом вертикальної кривизни (не менше 2,5–3,0 км). Швидкість стікання повинна бути більшою від мінімальної, за якої вода може рухатись під дією гравітаційних сил, та менше максимальної, яка призводить до розмивання ґрунтів. Тому, для ґрунтових елементів вертодрому мінімальні ухили поверхні складають 0,005–0,007, а максимальні – 0,01–0,03; для аеродромних покриттів – відповідно 0,003–0,005 та 0,01–0,03.

Обабіч покриттів можна влаштовувати водовідвідні і дренажні системи. Вздовж покриттів розташовують примикаючі укріплені

узбіччя типу відомстки, що мають найпростішу конструкцію. До покриттів пред'являють такі основні вимоги технологічного і економічного характеру. Конструкція покриття повинна забезпечити можливість широкої механізації робіт з його будівництва і реконструкції, поточного ремонту й експлуатаційного утримання, підсилення при введенні в експлуатацію більш важкого типу літака, а також достатню довговічність і використання для цього місцевих будівельних матеріалів. Витрати на зведення, експлуатаційне утримання і поточний ремонт покриттів мають бути мінімально можливими з високими економічними показниками [105, 106].

4.2. Класифікація та область застосування покриттів

За характером роботи під навантаженням вертодромні покриття поділяють на два типи – жорсткі та нежорсткі. Матеріал жорстких покриттів спроможний сприймати розтягуючі напруження, завдяки чому ці покриття працюють на згин як плита, розподіляючи колісне навантаження на значну площу природної основи. В результаті контактний тиск σ під пневматиком зменшується в декілька разів до значення σ_2 , яке сприйнятливим щодо природного ґрунту (рис. 4.2).

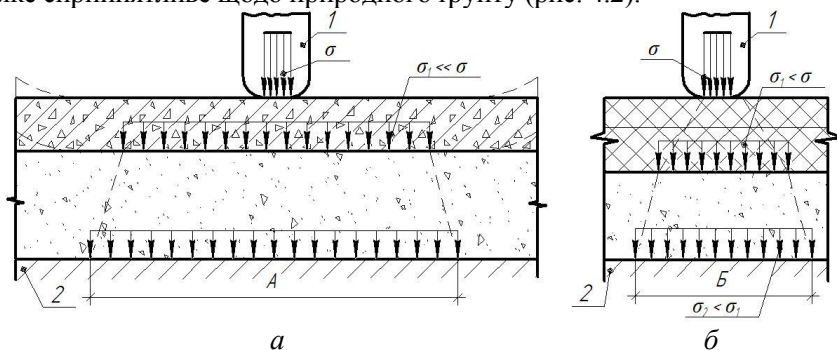


Рис. 4.2. Принципова схема роботи покриттів:

а – жорстких; б – нежорстких; 1 – пневматик; 2 – природна основа;
 A – розмір, м; B – розмір, мм; σ – інтенсивність тисків, МПа

До жорстких вертодромних одягів слід відносити такі конструкції:

- цементобетонні монолітні покриття;
- асфальтобетонні покриття на основах з цементобетону;

– збірні покриття із залізобетонних і армобетонних плит.

Для таких покриттів використовують плити із попередньо напруженого залізобетону, звичайного залізобетону, армобетону і бетону (види плит за матеріалом) [107]. Попередньо напружені плити бувають збірними і монолітними, решта – тільки монолітними (різновиди плит з технології влаштування). Монолітні покриття виготовляють безпосередньо на місці їхнього розташування за проектом, збірні – монтують на місці укладання з привезених транспортом плит заводського виготовлення. Очевидно, що жорстким покриттям віддають перевагу відносно важкі повітряні судна або на ґрунтах невеликої міцності [108–112].

Матеріал нежорстких покриттів практично не сприймає розтяжні напруження, працюючи головним чином на стискання із зсувом. У результаті колісне навантаження розподіляється на меншу площу природної основи (рис. 4.2), ніж під жорстким покриттям. Такий характер роботи обумовлює більшу деформативність (і руйнівність) нежорстких покриттів та їх використання під невеликі навантаження або на достатньо міцних ґрунтах (у мало вологому стані).

Процес деформування нежорстких покриттів також дуже складний, оскільки фактично відбувається деформування багатошарової не обмеженої за своєю довжиною плитної конструкції, шари якої складаються з різних за властивостями матеріалів, що змінюються в часі залежно від ряду факторів (температури, вологості, часу впливу навантаження та ін.). Ця конструкція спирається на ґрунтову основу та різко змінює свої фізико-механічні властивості протягом року.

За матеріалом ці покриття можуть бути асфальтобетонними, щербеними, гравійними, ґрунтощербеними, ґрунтогравійними й обробленими ґрунтовими. Класифікація за технологією влаштування тут складніша, оскільки враховує способи насичення матеріалів в'язкими речовинами, їх змішування й укладання. Такі покриття виготовляють монолітними під середні та легкі повітряні судна.

За терміном служби (довговічністю) і ступенем досконалості покриття поділяють на капітальні (всі жорсткі й асфальтобетонні) та полегшені (всі нежорсткі, крім асфальтобетонних). Особливістю полегшених покриттів є те, що їх можна використовувати як штуч-

ну основу під нові капітальні покриття при реконструкції аеродрому. Вона полягає не тільки в подовженні ЛС, будівництві нових смуг, розширенні кількості посадкових майданчиків і СТТ, але і в підсиленні існуючих покриттів під нові та важкі літаки, що досягається укладанням зверху додаткових несучих конструктивних шарів.

При виборі типу покриття необхідно розробити декілька конкуруючих рішень та оцінити їх за техніко-економічними показниками. Дані табл. 4.1 дозволяють приблизно уявити цю проблему [113]. Вибір типу покриття є дуже проблематичним, оскільки залежить від класу вертодрому; кліматичних, ґрунтових і гідрогеологічних умов (умов залягання підземних вод); наявності місцевих будівельних матеріалів; можливостей місцевих будівельних організацій (виробничого досвіду, наявності необхідної техніки, кваліфікації робітників); заданого терміну будівництва; перспективи використання нових типів повітряних суден і т. ін. Клас вертодрому певною мірою характеризує колісне навантаження та інтенсивність руху вертольотів – найважливіші фактори при виборі типу покриття.

Таблиця 4.1

Орієнтовне застосування покриттів залежно від класу вертодрому

Вид покриття	Попередньо напружене монолітне	Попередньо напружене збірне	Залізобетонне і армобетонне	Бетонне	Асфальтобетонне	Щебеневе	Решта полегшених
Класи вертодрому	А-В	Б-Д	А-Д	Д	В-Е	Г-Е	Д-Е

Слід пам'ятати, що за несприятливих геологічних умов потрібні значні додаткові витрати для інженерного освоєння території під аеродром. Воно полягає в осушенні, дренажному зниженні рівня підземних вод, зміцненні ґрунтів, зведенні насипів та в інших складних технічних заходах. При цьому капітальні покриття потребують гарантованої надійності сприйняття навантажень природною

основою, що значною мірою залежить від правильного влаштування водовідвідно-дренажних систем на вертодромі.

4.3. Жорсткі покриття

Найпоширеніші покриття на вертодромах – жорсткі. Їх виготовляють з бетону, який утворюється внаслідок твердіння бетонної суміші. Вона починає твердіти через 1-2 години після приготування, і за цей час повинна укладатися в опалубку, яка копіює зовнішню форму і розміри конструкції, що зводять. Монолітні дорожні плити потребують опалубку лише по бічних гранях. Природний процес твердіння (в монолітних конструкціях) умовно триває 28 діб до стану, коли бетон набирає проектної міцності, яку характеризує клас бетону з міцності на стискання, осьове розтягання або на розтяг при згинанні. Чим вищий клас, тим більша міцність. Термін твердіння можна скоротити до декількох годин, якщо створити умови з високими температурою та вологістю, наприклад, в пропарувальній камері для збірних плит.

Склад бетонної суміші підбирають розрахунком, який показує дозування (співвідношення) інертних, в'язучої та води. За інертні беруть міцний щебінь (гравій) і промитий пісок, в'язучу речовину – високо марочні (високоміцні) портландцементи. Замість щебеню можна використовувати керамзит, шлак (для легких бетонів) тощо. Складові бетонної суміші ретельно перемішують до заданої консистенції, яку характеризує осідання конуса: чим більше осідання, тим рухоміша суміш і більша витрата цементу. Суміш укладають з вібруванням для отримання якісного ущільнення. Доцільніше застосовувати високоміцні бетони, які зменшують товщину покриття й, отже, загальну витрату матеріалів, що дає певну економію.

Як арматуру використовують високоміцний дріт і круглі стрижні – гладкі та періодичного профілю всіх класів діаметром 10-18 мм. Міцність сталі зростає з класом арматури (сталь класу А-II міцніша, ніж сталь класу А-I). Покриття зводять індустріальними методами. Бетонну суміш готують у стаціонарних бетономішалках і доставляють до місця укладання автосамоскидами. Останнім часом набирають поширення автомобільні бетонозмішувальні установки, за яких не потрібні автосамоскиди. Монолітні плити покриття бетонують механізованими бетоноукладальними комплексами. Захват

бетоноукладача (максимальна ширина плити покриття) – 7,0–7,5 м. Комплекс обслуговують 20–30 робітників.

При згинанні в плиті виникають розтяжні напруження, проте сам бетон погано працює на розтягання. Щоб зменшити такі напруження, збільшують товщину бетонної плити, що можливе лише для невеликих навантажень і на міцному ґрунті. Краще сприймати такі напруження сталевими стрижнями – арматурою, розташованою в бетоні, перетворивши плиту в армо- або залізобетонну. Арматуру у вигляді сіток розміщують в різних рівнях по товщині плити, іноді примусово розтягаючи стрижні до бетонування спеціальними пристроями, які закріплені, наприклад, ззовні опалубки. Після твердіння бетону пристрої забирають, а стрижні, які прагнуть до початкового положення, скорочуються і попередньо, до прикладання зовнішнього навантаження, напружують бетон. Така попередньо напружена плита дає такий же прогин, як і однакових розмірів звичайна залізобетонна плита, але під значно більшим зовнішнім навантаженням, що робить її більш несучою з меншою витратою матеріалів [114, 115].

Жорсткі покриття бувають одно- і двошаровими, причому нижній шар завжди роблять з монолітного бетону (менш міцного ніж верхній). Товщину шарів підбирають розрахунком не менше 14-16 см з конструктивно-технологічних міркувань. Монолітний шар підсилення має товщину не менше ніж 20 см. Максимальна товщина шарів залежить від технічних можливостей бетоноукладача і здебільшого не перевищують 40 см.

Застосування двошарових покриттів доцільно за наявності місцевих будівельних матеріалів, непридатних для влаштування верхнього шару, які допускаються для нижнього; при підвищеному морозному здиманні підстилаючих ґрунтів, коли використання в нижньому шарі покриття матеріалу з низькою теплопровідністю може зменшити глибину промерзання підстави і тим самим знизити інтенсивність здимання; на окремих ділянках, що піддаються інтенсивному руху повітряних суден по одному сліду, що вимагають більш міцного верхнього шару.

Щоб збільшити надійність і довговічність жорстких покриттів, їх укладають на міцну штучну основу з кам'яних матеріалів, ґрунтів та їхніх сумішей, часто оброблених в'язучими матеріалами за типом нежорстких покриттів (рис. 4.3).

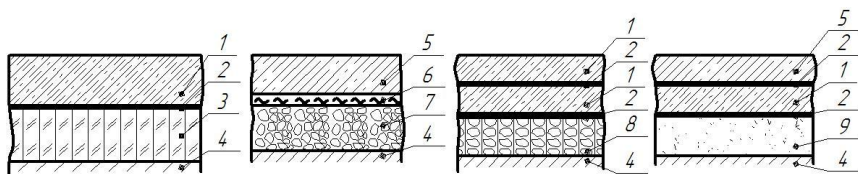


Рис. 4.3. Приклади принципової конструкції жорстких покриттів:
 1 – бетон; 2 – розділювальний прошарок з рулонного матеріалу; 3 – ґрунтоцемент; 4 – природна основа; 5 – армобетон; 6 – розділювальний прошарок з піскобітумної суміші; 7 – щебінь; 8 – ґрунтогравій, оброблений органічним в'язучим; 9 – пісок

За сприятливих гідрогеологічних умов штучну основу відсипають з ущільненого шару піску завтовшки 15 см. Поміж монолітними шарами плити і під ними укладають розділювальний прошарок з рулонних матеріалів (наприклад, пергаменту, толю, руберойду, полімерної плівки) одним або двома шарами. Їх можна замінювати шаром піскобітумної суміші (0,5–1,0 см). Такий прошарок запобігає скріпленню бетону з підстилаючим шаром, що гарантує вільний розвиток горизонтальних деформацій бетону при усадці і температурних впливах.

Під збірні плити кладуть вирівнюваний прошарок із сухої піскоцементної суміші завтовшки 2–4 см. Він не потрібен, якщо плити укладають на піщану основу.

Для забезпечення усадкових і температурних деформацій бетонного шару в ньому роблять поздовжні та поперечні деформаційні шви, які розчленовують покриття в плані на прямокутні плити. Наявність швів послаблює крайові ділянки плит. Їх підсилюють сталевими штирями, наданням шву форми шпунта, укладанням підшовних плит. У результаті частина колісного навантаження на краю передається з однієї плити на іншу, не перешкоджаючи їхнім горизонтальним деформаціям. Тонкі бетонні плити підсилюють армуванням крайових ділянок. Шви повинні бути водонепроникними. Тому зверху їх старанно заповнюють герметиками – гумобітумними, поліізобутіленовими, пороізововими, тіоколовими та іншими мастиками або спеціальними еластичними прокладками.

За призначенням бувають шви розширення і стиснення, а за конструкцією – наскрізні та удавані (рис. 4.4). В удаваному при усадці бетону виникає тріщина, яка в подальшому і відіграє роль шва. З поверхні над швами нарізують спеціальні борозни для заповнення їх герметиками. Шви стиснення забезпечують усадку бето-

ну – його «укорочення» або стискання. При цьому самі шви розширюються. Шви розширення, крім того, забезпечують розширення бетону – його «подовження» – з підвищенням температури, а самі шви при цьому звужуються.

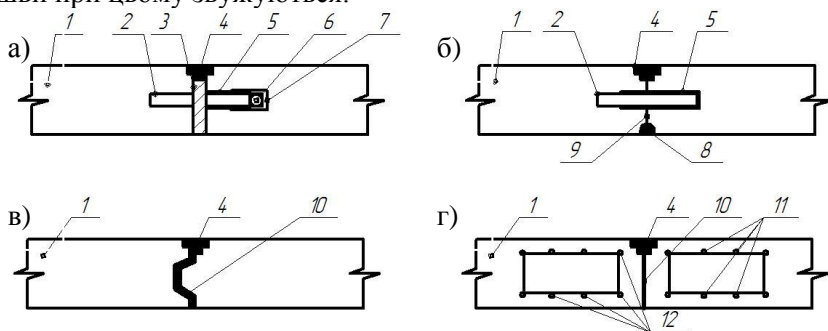


Рис. 4.4. Приклади принципової конструкції деформаційних швів у монолітних жорстких покриттях:

- а – наскрізний шов розширення; б – удаваний шов стиснення; в – наскрізний шпунтовий (технологічний) шов стиснення; г – наскрізний шов стиснення з армуванням крайових ділянок плит; 1 – плита покриття; 2 – сталевий штир; 3 – дошка з отворами; 4 – герметик; 5, 10 – обмазування бітумною мастикою; 6 – пружна прокладка; 7 – ковпачок; 8 – дерев'яний брусок; 9 – тріщина в бетоні; 11 – арматура

Поздовжні наскрізні технологічні шви виникають з обмеженої ширини захвату бетоноукладача. Шпунтові шви роблять в плитах завтовшки понад 20 см, шви з армуванням крайових ділянок – завтовшки до 20 см. Штирі виготовляють з гладких арматурних стрижнів \varnothing 20–40 мм завдовжки 40–50 см і розташовують поперек плити через 30–40 см. Шви стиснення обмежують довжину плити. Через декілька таких швів замість шва стиснення роблять шов розширення. Відстань між ними приймається рівною 50–100 м залежно від кліматичних умов [117].

Бетонні плити колись були основним покриттям, бо мали просту конструкцію і технологію виготовлення. В подальшому інтерес до них зменшився через низький опір тріщиноутворенню при усадці, температурних змінах і під дією колісного навантаження. Такі плити мають найбільшу кількість (сумарну довжину) деформаційних швів, що знижує експлуатаційну якість плит і здорожує їх будівництво. Верхні плити мають довжину 5–7 м, а нижні – 10 м.

Верхні плити іноді мають ширину 3,5–3,7 м. Витрати арматурної сталі – до 4 кг/м².

Армобетонні плити армують сіткою у верхній зоні на глибині 0,33–0,5 товщини плити. Армвання збільшує міцність, тріщиностійкість, експлуатаційну надійність і довговічність покриття. Довжина плити досягає 10–15 м залежно від річного перепаду температури повітря, а витрати арматури – 6–8 кг/м².

Звичайні залізобетонні плити мають велику міцність і тріщиностійкість, але дуже трудомісткі у виготовленні з великою витратою дефіцитної сталі – до 24 кг/м². Плити армують переважно в двох ярусах. Довжина плити не перевищує 20 м. Різновидом цих покриттів є БАБП – безперервно армовані безшовні покриття – завширшки 7 м і будь-якої довжини (3000 м і більше). Поперечні шви в них відсутні. Їхні функції виконують природні тріщини, ширину розкриття яких обмежують 0,4 мм, підбираючи відповідне армування. Безшовність робить такі плити досить перспективними.

Монолітні попередньо напружені плити відносять до одного з найбільш раціональних типів для дуже важких літаків. Витрати сталі в них скорочуються на 30–35 %, бетону – 8–17 %. З поперечних швів залишають тільки шви розширення на опорних плитах заввишки 15–20 см і завширшки 2 м.

Збірні аеродромні покриття з попередньо напружених залізобетонних плит заводського виготовлення рекомендуються для розрахункових навантажень IV–VI категорій за необхідності введення в експлуатацію покриттів в короткі терміни, при виконанні робіт в зимових умовах, на руліжних доріжках, на місцях стоянок і на інших площах. Розміри плит в плані приймаються максимальними, виходячи з технологічних можливостей заводського виготовлення з урахуванням вантажопідйомності транспортних засобів і кранів, що використовуються при монтажі покриттів.

Збірним попередньо напруженим плитам притаманні усі вище перелічені переваги і висока якість заводського виготовлення. Вони дозволяють монтаж в надзвичайно стислі строки, що особливо важливо за негативних температур і в тих місцях, де неможливе використання бетоноукладачів. Збірні плити можна розбирати при ремонті. Всі плити мають розміри в плані 2×6 м і різну товщину, наприклад, плита ПАГ-14 – 14 см, а ПАГ-18 – 18 см. З торцевих і бічних граней плит

виступають численні випуски арматури, які зварюють для суміжних плит, утворюючи безперервні шви по контурах. Багатошовність відносять до одного з недоліків цього покриття.

Нижні 0,7 товщини плити в шві заповнюють піскоцементною сумішшю, а верхню частину – герметиком. У покритті роблять позовжні та поперечні деформаційні шви (без зварювання арматури) через кожні 12, 18 або 24 м залежно від кліматичних умов. Поздовжні деформаційні шви на ТЗПСі РД не передбачають.

В 70-і роки з'явився новий прогресивний тип покриття – **фібро бетонні (волоконбетонні) плити** [118]. Фіробетон відрізняється наявністю рівномірно і безладно розташованих по всьому об'єму виробу відрізків сталевого дроту завдовжки 25-35 мм і діаметром 0,2-0,3 мм. Дріт засипають у бетономішалку в процесі виготовлення бетонної суміші, запобігаючи грудкуватості відрізків. Витрата сталі складає 90-150 кг/м³. Плити мають довжину 15 м і товщину 8-20 см. Вони дуже ефективні як верхній шар двошарових покриттів або шар підсилення, оскільки мають збільшену тріщиностійкість й опір динамічним навантаженням та стиранню.

4.4. Нежорсткі покриття

Матеріали для нежорстких покриттів поділяють на інертні (заповнювачі) та в'язучу «склеювальну» речовину. За інертні беруть кам'яний матеріал різної крупності та міцності (щебінь, гравій), відходи металургійної промисловості (шлаки, горілі продукти) і природні ґрунти. В якості в'язучого широко використовуються в'язкі та рідкі бітуми (продукти переробки нафти або сланців), дьоготь (продукт переробки вугілля), портландцементи і вапно [119].

Щебеневі покриття будують двома способами: закладки і щільних сумішей. Спосіб закладки полягає в створенні міцного каркасу з однорідного по крупності щебеню і надання йому стійкості шляхом заповнення на поверхні пустот між великими гострокутними і дрібними щебінками. Спосіб щільних сумішей полягає у створенні покриття із щільних сумішей різнозернистих матеріалів, для чого застосовують рядовий щебінь.

Щебеновому покриттю на прямих ділянках надають поперечний ухил 30 % (узбіччях 50 %). Найбільша товщина шару щебеню (у щільному тілі), який можна ущільнювати котками, коливається в

межах 0,16... 0,2 м, віброкотки і віброплита можуть ущільнювати шар до 0,25... 0,3 м.

Перед пристроєм щебеневого покриття повинні бути зведені основи і споруди, що відводять воду з корита. Потім проводять висотну розбивку з урахуванням коефіцієнта ущільнення щебеневого матеріалу.

Щебенеve покриття зводять пошаровим відсипанням, поділивши конструктивні шари на технологічні завтовшки по 8-15 см залежно від крупності матеріалу. Конструктивний шар може складатися з декількох технологічних, кожний з яких ущільнюють важкими котками. Шари самого покриття перед укочуванням насичують з поверхні розігрітим (до 180°C) в'язучим. Насичування буває глибоким (на 7–8 см) і полегшеним (4–6 см). На 1000 м² покриття витрати бітуму становлять 12 тис. л, а щебеню – 135 м³.

Обробку в'язучим гравію або ґрунтів для штучної основи виконують перемішуванням складових у спеціальних машинах з подальшим пошаровим ущільненням катками. Перемішування може бути безпосередньо на місці зведення покриття або в стаціонарних (пересувних) змішувальних установках. Такими способами можна приготувати матеріал для будь-яких нежорстких покриттів ті їхніх штучних основ, включаючи штучні основи жорстких покриттів. Мінімальну товщину конструктивного шару (після ущільнення) приймають рівною 8–15 см, але не менше 1,5 см від розміру найкрупнішої фракції інертної частинки.

Завершують зведення щебеневого покриття поверхневою обробкою – створенням стійкого до зносу бітумне кам'яного захисного килимка завтовшки 5–15 мм. Таке покриття має добру водотривкість, безпильність, прийнятну довговічність, наближаючись за своїми якостями до асфальтобетону [120].

Асфальтобетонне покриття – один з основних видів капітального аеродромного одягу. Являє собою ущільнену суміш, де в якості заповнювача використовують щебінь, гравій або крупний пісок, а за в'язуче – переважно нафтові бітуми з мінеральним порошком (тонкомеленим вапняком, доломітом або доменним шлаком). За крупністю заповнювача асфальтобетон поділяють на крупнозернистий (розміри частинок 30–40 мм), середньозернистий (18–25 мм), дрібнозернистий (8–15 мм) та піщаний (до 5 мм). Крім цього він

буває щільним (пористість до 5 %) і пористим (пористість 5–10 %). Найміцнішим є щільний дрібнозернистий асфальтобетон.

Асфальтобетонні суміші готують у спеціальних змішувальних установках (стаціонарних або пересувних), привозять до місця укладання (частіше самоскидами) й укладають в покриття асфальтоукладачем з ретельним ущільненням котками. Ширина захвату укладача – 3–4 м. Суміш залежно від складу й в'язкості можна укладати в гарячому (100–120°C) або теплому (70–80°C) станах.

Асфальтобетонні покриття мають добрі рівність поверхні, безпильність, зчеплення з колесами, водотривкість і дозволяють здійснювати будівництво в дуже стислі строки і з повною механізацією, що спрощує їх експлуатацію і ремонт. До основних недоліків цих покриттів слід віднести їхні слабкі термостійкість й опір впливу пролитих ПММ. Враховуючи ряд позитивних якостей асфальтобетону, в розвинутих країнах здійснюють інтенсивний пошук шляхів удосконалення технології його приготування, укладання й усунення недоліків. Отримано чимало цікавих результатів, впровадження яких дає відчутний економічний ефект. Це ж стосується й інших видів нежорстких покриттів.

Такі покриття бувають одно-, дво- і тришаровими завтовшки відповідно близько 6, 12 і 18 см. Одношарове покриття обов'язково укладають на шар з кам'яних матеріалів, оброблених в'язучим. Для попередження деформації зсування у верхньому шарі покриття при гальмуванні або розвороті літака на аеродромах класу А-В покриття підсилюють армуванням. З цією метою на кінцевих ділянках ЗПС, місцях приєднання РД до ЗПС, в місцях систематичного запускання і випробування авіадвигунів під верхній шар покриття укладають сітки із сталевого дроту або полімерних матеріалів. До такого підсилення іноді вдаються і на МС, де покриття зазнають тривалих статичних навантажень.

Розрахунок будь-яких нежорстких покриттів ведуть за граничним пружним прогином на дію статичного навантаження. Для обчислення умов роботи покриття, у тому числі під виникаючими динамічними навантаженнями, у розрахунок вводять коефіцієнти, які відображають намічений термін експлуатації і повторюваність навантажень.

Розрахунок покриття виконується за визначеною схемою для певного типу повітряного судна, яке називається розрахунковим. Розрахунок виконують виходячи з того, що найбільше вплив на покриття динамічні навантаження здійснюють при рулінні із швидкістю до 30 км/год. Особливо сильно ознаки руління позначаються на поворотах (наприклад, на руліжних доріжках), де велика частина навантаження доводиться на одну з опор. Динамічні навантаження в момент торкання опорами покриття порівняно короткочасні і не створюють істотного впливу на покриття. Варіанти розташування коліс в повітряного судна наведені на рис. 4.5.

В якості вихідних даних для розрахунку покриття виступають:

1. Характеристики розрахункового повітряного судна:

маса літака (M_q) (в кілограмах);

кількість коліс на головних опорах (t), частина навантаження яке припадає на опору $K_p = 0,8 \dots 1,0$;

внутрішній тиск в пневматиках p_0 (в паскалях).

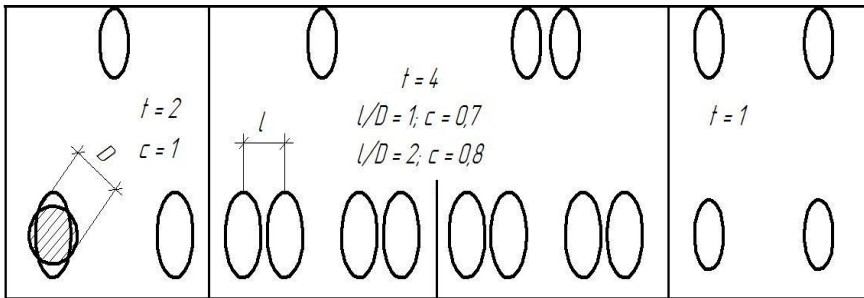


Рис. 4.5. Схеми розміщення коліс повітряного судна

На основі цих характеристик визначаються такі параметри:

– навантаження на одне колесо головної опори (в ньютонках)

$$G = \frac{M_g K_p}{t}; \quad (4.1)$$

– тиск по сліду пневматика (в паскалях)

$$p_n = 1,05 p_0; \quad (4.2)$$

– розрахунковий діаметр приведенного до кола овального відбитка одного пневматика (в сантиметрах)

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{10^4 G}{P_n}} ; \quad (4.3)$$

– параметр c , який враховує вплив сусіднього із розрахунковим колеса на прогин покриття, його значення визначають інтерполяцією, залежно від відношень l/D , m/D .

2. Характеристики застосування у покриттях матеріалів та ґрунтової основи:

– модуль деформації E_0 ґрунтової основи, який визначають за табл. 4.2 в залежності від кліматичної зони та гідрологічних умов;

– модуль деформації E шарів, який приймають для конструкції покриття відповідно до табл. 4.2, 4.3, 4.4.

При цьому характеристиками визначаються:

– параметр n

$$n = 2,5 \sqrt{\frac{E}{E_0}} ; \quad (4.4)$$

– коефіцієнт a , який залежить від типу матеріала (рис. 4.6)

– коефіцієнт a переходу до руйнуючих дій залежно від розрахункового діаметру приведенного до кола овального відбитку пневматика D за табл. 4.2.

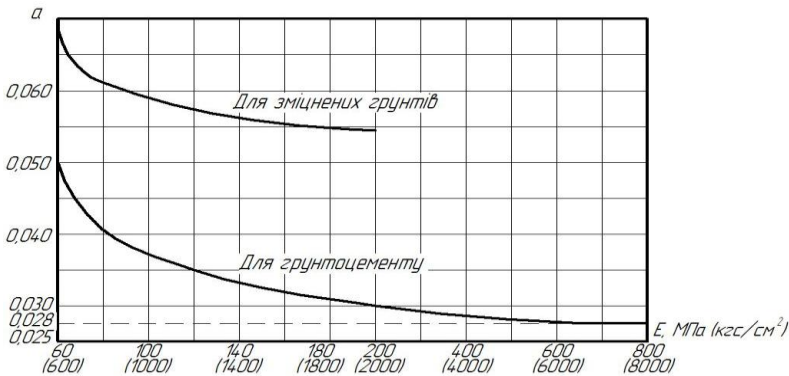


Рис. 4.6. Залежність коефіцієнта a від модуля деформації шарів покриття E

Таблиця 4.2

Розрахунковий модуль деформації природних ґрунтів E_0

№ з/п	Ґрунт	E_0 , МПа (кгс/см ²) у кліматичних зонах			
		II	III	IV	V
1	Пісок крупний	<u>45,0</u> (450)	<u>45,0</u> (450)	<u>50,0</u> (500)	<u>50,0</u> (500)
2	Пісок середньої крупності	<u>35,0</u> (350)	<u>35,0</u> (350)	<u>40,0</u> (400)	<u>40,0</u> (400)
3	Пісок дрібний	<u>30,0</u> (300)	<u>30,0</u> (300)	<u>32,5</u> (325)	<u>32,5</u> (325)
4	Супісь дрібна	<u>20,0</u> (200)	<u>25,0</u> (250)	<u>27,5</u> (275)	<u>27,5</u> (275)
5	Суглинок	<u>12,5</u> (125)	<u>15,0</u> (150)	<u>20,0</u> (200)	<u>25,0</u> (250)
6	Суглинок важкий та глина	<u>11,0</u> (110)	<u>13,0</u> (130)	<u>20,0</u> (200)	<u>25,0</u> (250)
7	Суглинок лесовий та пілуватий, супісь пілувата	<u>10,0</u> (100)	<u>12,5</u> (125)	<u>17,5</u> (175)	<u>20,0</u> (200)

Примітки:

1. Гідрогеологічні умови поділяються на три типи:

– тип I – сухі місця без надлишкового зволоження, із забезпеченим поверхневим стіканням, низьким рівнем ґрунтових вод, відсутністю капілярного підняття в активну зону роботи ґрунту; глибина горизонту ґрунтових вод або верховодки до початку промерзання більша за суму глибини промерзання та капілярного підняття;

– тип II – місця з тимчасовим надлишковим зволоженням поверхневими водами у зв'язку з поганою фільтрацією та недостатнім стіканням у разі низького рівня ґрунтових вод; горизонт ґрунтових вод розміщується нижче глибини промерзання;

– тип III – місця з постійним надлишковим зволоженням у зв'язку із низьким рівнем ґрунтових вод та верховодки, великою кількістю річних опадів у разі поганої фільтрації та поганого стоку, високого капілярного підняття до активної зони ґрунту; глибина горизонту води менша за глибину промерзання.

2. Значення E_0 наведені для типу II гідрогеологічних умов. Для умов типу I значення E_0 для ґрунтів пп. 4–7 збільшуються на 20 %, а для ґрунтів пп. 1–3 – на 15 %. За умов типу III значення E_0 для зв'язних ґрунтів знижуються на 40 %, а для піщаних – на 25 %.

3. В кліматичній зоні V для умов типу II значення E_0 збільшуються на 40 % в західних областях та на 60 % – у східних, а в зонах III–IV – на 30–40 %.

Таблиця 4.3

Розрахунковий модуль деформації шарів покриття та основ, E

Матеріал конструктивного шару	Модуль деформації E , МПа (кгс/см ²)
Асфальтобетон щільний із сумішей: марки 1 марки 2	260–300 (2600–3000) 210–240 (2100–2400)
Асфальтобетон пористий	210 (2100)
Щебінь з природного каменю, укладений з роклинюванням	90–130 (900–1300)
Щебеневі матеріали, оброблені способом просочення	200 (2000)
Грунтогравійні та грунтощебеневі суміші*: Крупнозернисті середньозернисті дрібнозернисті	80–90 (800–900) 180–190 (1800–1900) 70–80 (700–800) 160–180 (1600–1800) 50–60 (500–600) 120–130 (1200–1300)
Кислі доменні шлаки**	50 (500)
Жорства**	40 – 50 (400 – 500)
Черепашник**	25 (250)

*Менші значення – для грунтогравію, більші – для грунтощебеню.

** Значення E вказані для II–III кліматичних зон. Для зон IV–V значення E_0 збільшують на 20 %.

Таблиця 4.4

Залежність діаметра приведенного до кола овального відбитка пневматика D від коефіцієнту a

D , см	<25	25–30	31–35	36–45	>45
a	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3

Таблиця 4.5

Розрахунковий модуль деформації E у випадку укріплення ґрунтів цементом М-300

Ґрунтоцемент	Значення E , МПа (кгс/см ²) у разі масової частки цементу			
	8	10	12	15
Із піску або оптимальних ґрунтових сумішей	240 (2400)	380 (3800)	540 (5400)	800 (8000)
Із супіщаних або суглинкових ґрунтів	120 (1200)	200 (2000)	300 (3000)	500 (5000)
З пилуватих супісків та суглинків	60 (600)	110 (1100)	180 (1800)	350 (3500)

Примітки:

1. У випадку використання цементів марки М-200 значення E знижують на 25 %, а М-400 – підвищують на 25 %.
2. Табличні значення E надані для виготовлення суміші з цементом на місці. У разі приготування сумішей в установці значення E підвищують на 30 %.

Таблиця 4.6

Розрахунковий модуль деформації E у разі укріплення ґрунтів органічними в'язучими речовинами для кліматичних зон III, IV і V

Ґрунт	Значення E , МПа (кгс/см ²), у разі додавання в'язучої речовини, масової частки, %				
	6	8	10	12	14-15
Пісок (оптимальні суміші)	90(900)	100(1000)	–	–	–
Супісок	70(700)	80(800)	–	–	–
Супісок дрібний, суглинок	–	70(700)	80(800)	–	–
Пилуваті супіски та суглинки	–	–	60(600)	70(700)	70(700)

Примітки:

Табличні значення E надані для виготовлення суміші з цементом на місці. У разі приготування сумішей в установці значення E підвищують на 20 %.

У разі використання добавок у вигляді негашеного вапна або цементу, значення E підвищують на 10 % для зони III та на 20 % – для зон IV–V.

Передбачувані умови експлуатації покриття включають:

- намічений час базування авіаційної частини;
- припустиму інтенсивність експлуатації повітряних суден за період базування.

Умови експлуатації враховують під час вибору коефіцієнта запасу $K_{\text{зап}}$.

У разі короткочасного базування авіаційної частини для покриттів групи ділянок А $K_{\text{зап}} = 1$; для груп Б, В, і Г коефіцієнт запасу

$$K_{\text{зап}} = 0,06 + 0,39 \lg N, \quad (4.5)$$

де N – кількість проходів розрахункового літака за період експлуатації.

У разі тривалого базування авіаційної частини $K_{\text{зап}} = 1,5$ для покриттів групи ділянок А, для інших ділянок $K_{\text{зап}} = 1,3$.

Для ділянок групи Г обчислені значення $K_{\text{зап}}$ можуть застосовуватись з додатковим коефіцієнтом 0,8–0,85 незалежно від терміну базування авіаційної частини.

Розрахунок товщини одношарових покриттів (у см) виконують за формулою

$$H = \frac{D}{n} \operatorname{tg} \frac{90^\circ}{\frac{a}{b} - \frac{1}{n^{3,5}} + 1}, \quad (4.6)$$

де a – коефіцієнт, який залежить від застосовуваних у покриттві матеріалів (рис.4.6); b – параметр, який визначають за формулою

$$b = \frac{apK_{\text{зан}}}{cE_0}, \quad (4.7)$$

де a – коефіцієнт переходу до руйнуючих дій (табл. 4.4);

c – параметр, який враховує вплив сусіднього з розрахунковим колеса на прогин покриття (рис. 4.5).

Приклад 1. Визначити товщину одношарового ґрунтонафтового покриття. Вертодром розташовано у кліматичній зоні III, ділянка характеризується карбонатними суглинистими ґрунтами, $E_0 = 20$ МПа (200 кгс/см^2) і сприятливими гідрологічними умовами. Передбачається забезпечити короточасне базування вертольотів масою 8,8 т з одним колесом на опорі ($K_p = 0,8$) і внутрішнім тиском в пневматику $p_0 = 0,8$ МПа (8 кгс/см^2) при 550 вильотах. Для зміцнення ґрунтів використовують в'язку нафту, яка складає 9 % від маси ґрунту з добавкою 2 % вапна; модуль деформації покриття $E = 90$ МПа (900 кгс/см^2).

Розрахунок. На одне колесо головних опор приходиться навантаження, яке дорівнює 35000 Н (3500 кгс). Тиск по сліду пневматика $p = 0,8 \times 1,05 = 0,84$ МПа ($8,4 \text{ кгс/см}^2$).

Знаходимо розрахунковий діаметр приведенного до кола овального відбитка пневматика.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{10^4 \cdot 35000}{84 \cdot 10^4}} \approx 23,2 \text{ см.}$$

Для одиночних коліс $c = 1$.

Параметр

$$n = 2,5 \sqrt{\frac{90}{20}} \approx 1,38, n^{3,5} = 8,2.$$

Коефіцієнт $a = 0,061$ (рис. 4.7); $\alpha = 1,8$

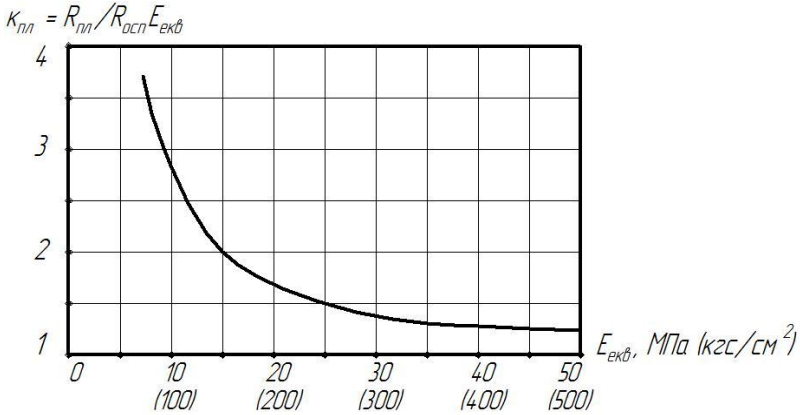


Рис. 4.7. Залежність $K_{пл}$ від $E_{екв}$, МПа (кгс/см²)

Для кінцевих ділянок злітно-посадочної смуги і магістральної руліжної доріжки $K_{зап} = 1$; для середньої частини злітно-посадочної смуги

$$K_{зап} = 0,06 + 0,39 \lg(550/5) = 0,06 + 0,39 \times 2,04 = 0,87.$$

Для ділянок покриттів групи Г

$$K_{зап} = 0,87 \times 0,85 = 0,74.$$

Відповідно для кінцевих ділянок злітно-посадочної смуги і магістральної руліжної доріжки

$$b = \frac{1,8 \cdot 0,84 \cdot 1}{1 \cdot 20,0} \approx 0,077;$$

$$H = 12,7 \operatorname{tg} \frac{90^\circ}{\frac{0,061}{0,077} - \frac{1}{8,2} + 1} \approx 17,3 \text{ см}.$$

Приймаємо $H = 17$ см.

Для середньої частини злітно-посадочної смуги

$$b = \frac{1,8 \cdot 0,84 \cdot 0,87}{1 \cdot 20,0} \approx 0,066;$$

$$H = 12,7 \operatorname{tg} \frac{90^\circ}{\frac{0,061}{0,066} - 0,123 + 1} \approx 15,2 \text{ см.}$$

Приймаємо $H=15$ см.

Для бічних ділянок злітно-посадочної смуги

$$b = \frac{1,8 \cdot 0,84 \cdot 0,74}{1 \cdot 20,0} \approx 0,056;$$

$$H = 12,7 \operatorname{tg} \frac{90^\circ}{\frac{0,061}{0,056} - 0,123 + 1} \approx 13,6 \text{ см.}$$

Приймаємо $H=14$ см.

Розрахунок двошарового твердого нежорсткого покриття

Розрахунок двошарового нежорсткого покриття на польових аеродромах визначають у такій послідовності:

- визначають товщину шару із матеріалу основи, передбачаючи, що покриття являється одношаровим;
- з конструктивних міркувань призначають товщину верхнього шару покриття – h_2 ;
- задають товщину еквівалентного (заміняемого) шару $h_{\text{екв}}$ і визначають еквівалентний модуль деформації $E_{\text{екв}}$ системи, яка підстеляє шари, які заміняються.

$$E_{\text{екв}} = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{3,5}} \right) \operatorname{arctg} \frac{h_1}{D}}, \quad (4.8)$$

де h_1 – товщина основи під шар, який заміняється:

$$h_1 = H - h_{\text{екв}}; \quad (4.9)$$

– визначають товщину еквівалентного шару $h'_{\text{екв}}$, на яку може бути зменшена товщина одношарового покриття, за рахунок улаштування верхнього шару за формулою

$$h'_{\text{екв}} = \frac{h_2}{K_{\text{пл}} n_0}, \quad (4.10)$$

де $K_{\text{пл}}$ – виправний коефіцієнт до еквівалентного модуля деформації системи, яка підстилає шари, які замінюються (визначається за графіком, рис. 4.7);

$$n_0 = 2,5 \sqrt{\frac{E_2}{E_1}}, \quad (4.11)$$

де E_1 і E_2 – модулі деформації матеріалу відповідно нижнього і верхнього шарів;

– величину $h'_{\text{екв}}$ порівнюють із заданою величиною $h_{\text{екв}}$ при визначенні $H_{\text{екв}}$ за формулою (4.8); якщо розбіжність буде перевищувати 5 %, то необхідно задатися іншою товщиною і виконати повторний розрахунок;

– виконують заміну шарів.

Загальна товщина покриття

$$H = h_1 + h_2. \quad (4.12)$$

4.5. Тимчасові покриття

Окрім традиційної конструкції нежорсткого покриття (асфальтобетон) слід виділити металеві покриття, які можуть бути використані для улаштування покриття на тимчасових вертодромах в період бездоріжжя або у випадку базування вертодрому в болотистій місцевості. Як правило, металеві покриття укладають безпосередньо на підготовлену природну основу, однак, у тих випадках коли передбачається тривале базування вертодрому або у випадку дуже слабких ґрунтів під металеві покриття необхідно влаштовувати штучну основу.

Ефективними на певному етапі історії розвитку авіації були полегшені аеродромні покриття із застосуванням вапна, цементу, чорних в'язучих матеріалів і хімічних стабілізаторів різних видів, що в кінце-

вому підсумку привело до досягнення поставленої мети – забезпечення роботи авіації в періоди війн. Проте жодне з вищенаведених типів покриттів не може конкурувати зі збірно-розбірними аеродромними покриттями як по швидкості введення в експлуатацію аеродрому (тривалістю 2-х діб), так і по незалежності від умов вологості ґрунтової основи, температури повітря та засобів механізації.

Однак, тимчасові збірно-розбірні покриття не виключають улаштування на аеродромах, призначених для короточасного базування авіації, і покриттів із місцевих матеріалів. Улаштування покриттів із місцевих матеріалів в даних умовах також можливе, їхнє будівництво відносно нескладне, не дуже дороге, проте потребується багато часу на спорудження цих покриттів, а в деяких випадках необхідні і відповідні погодні і ґрунтові умови. Крім того, необхідно враховувати можливість експлуатації літаків різних типів у відповідності з їхніми технічними характеристиками на аеродромах з вищенаведених покриттями. Таким чином, збірно-розбірні покриття, враховуючи дефіцитність їхнього матеріалу, важкість транспортування, треба застосовувати тоді, коли в заданий період будівництва неможливе влаштування покриттів інших типів (наприклад, внесення в ґрунт місцевих матеріалів, хімічних речовин).

Металеві покриття відносяться до типу збірно-розбірних покриттів, вони збираються з окремих металевих плит, які скріплюються між собою спеціальними замковими з'єднаннями. Тимчасові збірно-розбірні покриття споруджуються збиранням окремих елементів, які були попередньо заготовлені на стороні. Беззаперечною перевагою цих покриттів є можливість спорудження в короткі строки ЗПС, РД, МС з міцною поверхнею і достатньо малим опором руху коліс. Завдяки невеликій вазі плити, вони легко збираються, легко упаковуються в зв'язки і пачки, що забезпечує їх добру транспортабельність. Простота укладання і збирання плит дозволяє проводити роботу по улаштуванню покриття цілодобово, використовуючи найпростіші інструменти [71].

На території колишнього СРСР найбільш поширеними металевими плитами є плита К-1Д та ПМП-1-53, втім область їх використання обмежується створенням тимчасових під'їзних шляхів на час весняного бездоріжжя. За кордоном використовуються PSP плити

(perforated-steel-planking). За конструкцією – це повний аналог плити К-1Д за виключенням системи з'єднання плит між собою (рис. 4.8).

Надзвичайно зручні з точки зору маскуванню розбірні настили для ЗПС із сталевих решіток, які укладаються безпосередньо на ґрунт. Решітка розподіляє тиск від коліс повітряного судна на велику площу, забезпечує добре зчеплення і, завдяки тому, що трава проростає крізь решітку, прекрасно маскується. ЗПС цього типу обходяться дешевше смуг звичайного типу і у випадку необхідності легко можуть бути перенесені з одного місця на інше.

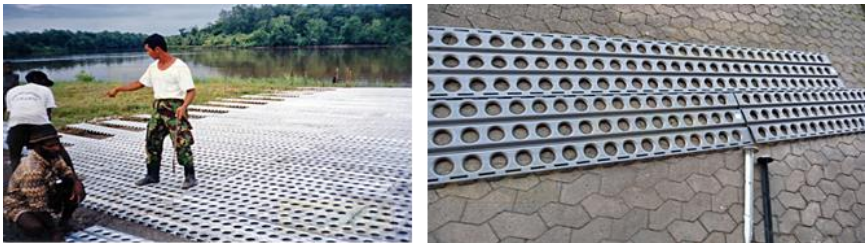


Рис. 4.8. Улаштування вертолітного майданчика з плит PSP;
загальний вигляд плити PSP

Мали місце в історії аеродромобудування покриття із сталевих плит. Позитивними якостями сталевих плит є:

- практично достатня несуча здатність для експлуатації різних типів воєнних повітряних суден;
- мала вага (в порівнянні з вагою матеріалів, потрібних для будівництва інших покриттів ЗПС);
- швидкість укладання ЗПС (2-3 доби) і її розбирання (1-2 доби);
- забезпечення швидкого висихання основи.

В аеродромному будівництві застосовуються металеві плити ПМП-1-53 та К-1Д. Крім того, іноді використовуються плити АСП-4. Характеристики плит наведені в табл. 4.7

Таблиця 4.7

Характеристика металевих покриттів

Характеристика плит	Тип плит		
	ПМП-1-53	К-1Д	АСП-4
Габаритні розміри, мм			
– довжина,	3042	3080	2000
– ширина,	411	482	408
Укладочні розміри, мм			
– довжина,	3048	3000	2000
– ширина,	381	420	380
Висота профілю, мм	21	31	56
Корисна площа однієї плити, м ²	1,2	1,26	0,76
Вага плити, кг	28	43	60
Кількість плит в пачці, шт	30	20	12
Вага пачки плит, кг	850	866	725
Кількість плит в комплекті, тис. шт	152	148	229,8
Маса комплекту в упаковці, т	4500	7012	1379
Кількість напівплит в комплекті, тис. шт	24	16	26

Всі вказані плити виготовляються із сталі методом холодного штампування.

Плита К-1Д відрізняється від широко поширеної перфорованої аеродромної плити:

- значно підвищеною жорсткістю профілю;
- замиканням торців плит, це виключає пошкодження пневматиків колеса повітряного судна ріжучими вістрями і вільними кутами плит;
- відсутністю перфорації, наявність якої спричиняє витискування в періоди бездоріжжя;
- відсутністю пружинних чек, які вискакують при експлуатації покриттів з перфорованих плит;
- підвищеною міцністю основного стику у вигляді гофра з Т-подібними гаками.

Однак плити К-1Д мають низку недоліків. Істотним недоліком цих плит є збільшення ваги приблизно в 1,5 рази і пов'язаної з цим витрати металу в порівнянні з перфорованими плитами.

Розміри ЗПС, РД та МС визначаються згідно із нормативною документацією.

Поверхня плит може бути перфорована (з отворами) або суцільною (без отворів).

При збиранні покриттів плити укладаються довгою стороною перпендикулярно напрямку руху. Кінці одного ряду плит розміщуються навпроти середини плит двох сусідніх рядів. Для вирівнювання поздовжніх бокових кромek покриття вкладаються півплити через ряд з кожного краю. Для того, щоб поздовжні кромки покриттів не піднімалися при проході поблизу них повітряного судна, кінці плит прикріплюють до землі за допомогою проволочки і дерев'яних кілків, які забиваються в ґрунті на 60-70 см. Фрагмент схеми укладання та плит закріплення плит на ЗПС наведений на рис. 4.9.

Покриття із металевих плит будь-якого типу може забезпечувати експлуатацію вертольотів певного типу. Період використання даних типів покриттів є невеликим. Знос окремих ділянок покриттів потребує їхньої переукладки. Ці покриття можуть розбиратися з подальшим транспортуванням плит для влаштування покриттів на іншому аеродромі [86].

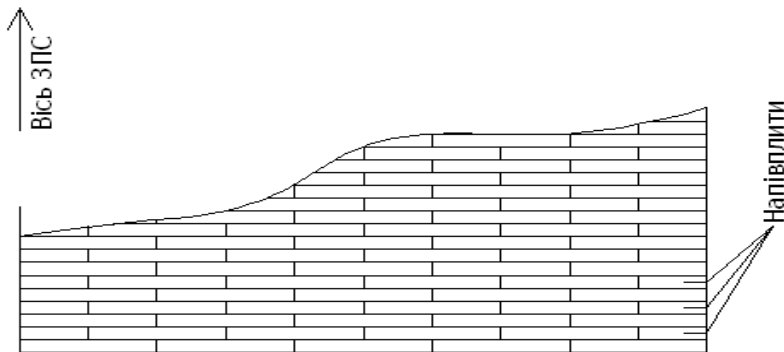


Рис. 4.9. Схема укладки плит на ЗПС

На початку 50-х років ХХ ст. були спроби прилаштувати перфоровані плити до великих потреб реактивної авіації. В першу чергу необхідно було вирішити 2 задачі: запобігти видавлюванню через отвори в плитах ґрунту основи на поверхню покриття, яке затрудняло виконання польотів, а також захистити пневматики коліс

від прорізів об торцеві зрізи плит. Це привело до ідеї відмовитись від перфорації і замінити її лунками, які виштамповані на поверхні полок. Втілення цих замислів в конструкцію привело до створення плити МП-1.

Для поєднання плит використовуються планки ТП-4 та ТП-5 (рис. 4.10).

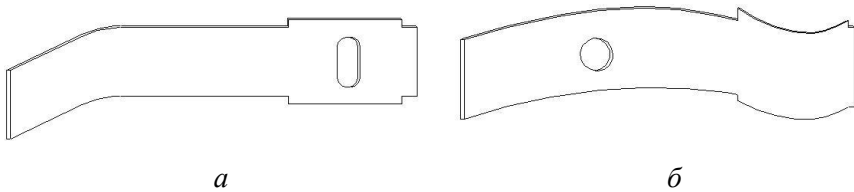


Рис. 4.10. Торцеві планки ТП-4; ТП-5

Варіанти поєднання плит в поперечному та поздовжньому напрямку наведено на рис. 4.11 та 4. 12.

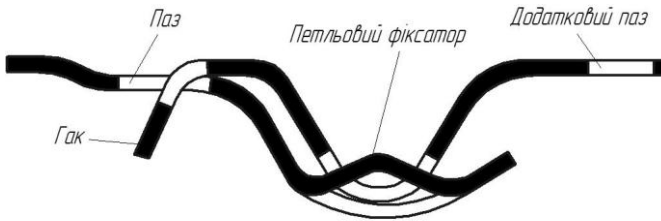


Рис. 4.11. Поздовжній стик плит К-1Д

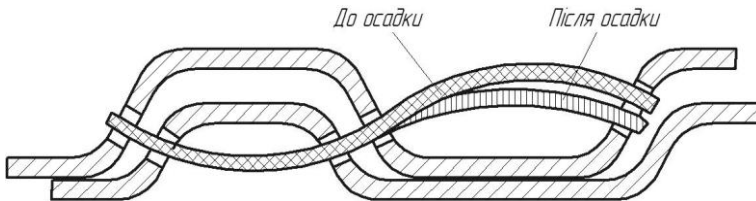


Рис. 4.12. Торцевий стик плит К-1Д

Була також розроблена більш сучасна плита МП-2. Цей тип плит володів низкою переваг перед іншими плитами. Проникнення ґрунту основи на поверхню покриття було зменшено. Проте був

один суттєвий недолік: окремі плити неможливо було зняти з покриття з метою ремонту або заміни. В таких випадках застосовувалися різання металу та його зварювання. Але зварені плити вже були непридатними для подальшого використання, шви в умовах вібраційних навантажень були недовговічними. Згодом був виявлений ще один недолік цих плит: щільний замок, не маючи достатніх зазорів, не компенсував поперечних залишкових деформацій, які накопичувались в результаті експлуатації покриття. Тому вторинна збірка покриттів була надзвичайно ускладненою і без операцій різання і зварювання ставала практично неможливою.

Заміна нерозбірного замка плити МП-2 відкритим замком з Т-подібними гачками надала покриттю властивості розбірності. Так з'явився новий тип плит – МП-3. Плити МП-3 були позбавлені багатьох недоліків плит всіх попередніх типів, включаючи і МП-2. Проте була розроблена нова конструкція сталеві аеродромної плити К-1, яка після порівняльних випробувань була визнана більш досконалою, ніж МП-3.

В процесі удосконалення конструкція плити К-1 мала ряд модифікацій: К-1А, К-1Б, К-1В, К-1Д, остання з яких була прийнята до використання в авіації.

В плитах К-1Д були усунені всі недоліки перфорованих плит, крім одного, властивого всім металевим покриттям. Це недостатнє зчеплення між резиною авіаколеса і металом покриття при мокрому стані останнього. Розглянемо детальніше плиту К-1Д.

Плита підвищеної міцності з посиленими з'єднаннями виготовляється із листової сталі. Поперечний профіль плити – складний, у вигляді трапеції. На верхніх панелях плити є опуклості. Плита має необхідні прорізи (пази) і гачки для з'єднання з іншими плитами. Плити в покритті з'єднуються між собою по довгим сторонам за допомогою гофрів, Т-подібних гачків і прорізів (паз), а по торцям – з закріпленням за допомогою торцевих планок.

Для з'єднання плит в покритті, в прорізи (пази) плит укладеного ряду необхідно ввести гачки укладаємої плити, яка нахилена до горизонту. Після цього плиту, яка укладається, необхідно зсунути до упору і опустити на основу. При цьому фіксатори, які є в гофрах плит укладеного ряду, увійдуть у відповідні вікна в гофрах плити яка укладається. Внаслідок цього унеможливується роз'єднання

плит. По торцям плити накладаються одна на одну і скріплюються спеціальними торцевими планками. Схему закріплення країв плит по краям покриття показано на рис. 4.13.

При збірці для забезпечення можливості заміни будь-якої плити із покриття необхідно в суміжних рядах плити одного ряду зсувати вліво, а іншого ряду – вправо.

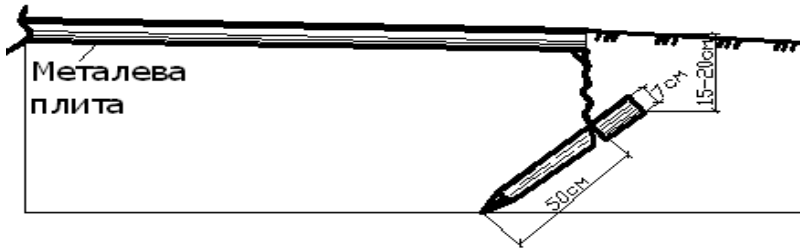


Рис. 4.13. Закріплення країв плит по поздовжнім кромкам покриття

Тоді для того, щоб витягнути плиту із покриття, необхідно виконати наступні операції:

- видалити торцеві планки плити, що витягується, і на сусідній, який накриває її торець;
- опустити фіксатори, які утримують плиту, що витягується і сусідню, яка накриває її торець;
- зсунути плиту, що замінюється, і сусідню з нею плити на величину ходу гачка;
- витягнути звільнену від замків плиту із покриття. Вставка плити в покриття виконується в порядку, зворотньому вищенаведеному.

Крім розглянутої конструкції запропоновані і інші конструкції плит. При удосконаленні конструкцій плит збільшують їхню ширину, вагу, висоту профілю, також вдосконалюють стикові з'єднання; розміщують плити в декілька шарів по вертикалі. Основним матеріалом збірно-розбірних полегшених аеродромних покриттів є сталь. Однак теперішня необхідність істотного зниження ваги комплексу покриття змусила звернутися до більш легких, проте достатньо міцних матеріалів – алюмінієвих сплавів, склопласти-

ків, пластмаси і резини. Роботи в цьому науковому напрямку ведуться до сьогоднішнього дня.

Всі вищенаведені конструкції плит розраховані на збирання і розбирання покриття вручну. До теперішнього часу вважається, що механізована збірка за своїми можливостями не може конкурувати з ручною, особливо при роботах в умовах війни [71].

Дуже важливим фактором є й те, що збірка покриття вручну істотно не залежить від періоду доби (ніч це, чи день) і стану ґрунтової основи в розумінні проходимості по ній машин, які повинні не тільки маневрувати, але й не порушувати сплановану поверхню основи.

ЗПС з металевими збірно-розбірними аеродромними покриттями має такі недоліки:

- необхідність проведення рекогносцировки району напередодні розгортання ЗПС з подальшою вертикальним плануванням ґрунтової ділянки значної площі і, отже, залучення відповідної інженерної техніки;

- недостатня надійність і безпека зльоту та посадки літальних апаратів (ЛА) в період бездоріжжя: утворюються просідання основи під покриттям, заповнені водою, викликають фонтани бруду при наїзді на них пневматика, тим самим створюючи небезпеку засмокування її в двигун ЛА. Крім того, в таких місцях на плитах можлива поява залишкових деформацій, що виключає їх повторне використання;

- недовговічність і одноразове використання покриття. Деформування замків кріплення і самих плит ускладнює або зовсім виключає можливість демонтажу плит з наступним їх використанням;

- велика вартість у зв'язку з великою витратою металу;

- велика вага повного комплекту, для перевезення якої потрібно більше 300 залізничних платформ;

- залучення декількох видів транспорту для доставки комплектів покриття;

- час і термін розгортання ЗПС знаходиться в прямій залежності від: стану автомобільних доріг та під'їздів до майданчика будівництва; від кліматичних показників і пори року. Виключається можливість зведення ЗПС із збірно-розбірних металевих плит у зимо-

вий період осінньої (весняної) бездоріжжя. Відсутність торцевих закріплень і ненадійність фіксації плит.

Практична розробка і реалізація збірно-розбірних металевих аеродромних покриттів супроводжувалась рішенням широкого кола теоретичних задач, виконанням великої кількості експериментів і проведенням державних випробувань зі зльотом і посадкою літаків та вертольотів вагою до 60 т.

За своїм якісним станом металеві плити розділяються на 5 категорій:

1 категорія – плити і напівплити, які не використовувались і не мали пошкоджень;

2 категорія – плити і напівплити, які використовувались, але повністю придатні до експлуатації;

3 категорія – плити, які мають обриви не більше трьох гачків чи трьох перемичок на кожній стороні плити;

4 категорія – плити, які мають обриви трьох суміжних гачків чи трьох перемичок на кожній стороні плити, а також плити, які мають обрив до восьми гачків в одному ряду;

5 категорія – плити, які мають обриви більше восьми гачків чи перемичок з тріщинами.

Серед теоретичних розробок найбільш цінні результати були отримані при вивченні взаємодії системи: літак – металеве покриття – основа.

4.6. Покриття вертодромів на даху

Дах, на якому буде розміщено вертодром повинен витримувати механічні навантаження, багаторазове прикладення ваги вертольотів, пасажирів, обладнання; мати максимально надійну гідроізоляцію, міцний захист гідроізоляції від механічних пошкоджень; бути абсолютно негорючим, маслостійким і бензостійким. Для урахування динамічних навантажень, що впливають на покрівлю при зльоті/посадці вертольота, за нормами у розрахунки закладають коефіцієнт перевантаження 1,5–2,0.

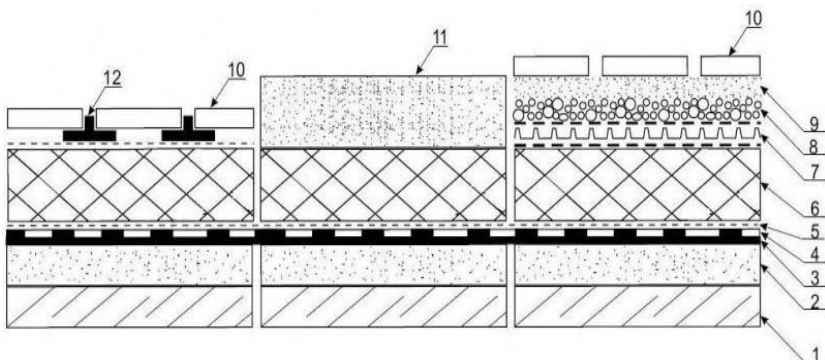


Рис. 4.14. Конструкція покриття вертолітного майданчика на даху будівлі:
 1 – основа; 2 – цементно-піщана стяжка; 3 – резитрікс комбінований; 4 – гідроізоляційний матеріал; 5 – розділювальний шар геотекстилю; 6 – утеплювач (піноскло); 7, 8, 9 – дренажний шар; 10 – тротуарна плитка; 11 – бетонні плити або стяжка; 12 – підставки під тротуарну плитку

4.7. Типові конструкції покриття вертодрому

Конструкції штучних покриттів гелікоптерного майданчику визначаються з урахуванням:

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

Плити аеродромні в сучасних умовах виготовляються з важкого бетону. Їх застосування поширене для облаштування збірних покриттів постійних або тимчасових аеродромів (для майданчиків, злітно-посадкових смуг і т.д.). Широке застосування ПАГ також знаходять при будівництві автомобільних доріг і майданчиків під автотранспорт високої тоннажності, а також великих терміналів та іншого. ПАГ відрізняються від звичайних дорожніх плит ПДН своєю високою міцністю і надійністю. Крім того, сьогодні плити аеродромні ПАГ широко використовують для облаштування складських і інших промислових територій [18].

Плити аеродромні ПАГ надійні, безпечні і довговічні з точки зору дотику поверхні і транспортного засобу. Що ж до укладання плит аеродромних, то воно відбувається досить просто і в короткий

проміжок часу. Ці характеристики в даному випадку необхідні, тому що всі аеродромні плити використовуються в умовах підвищених навантажень [19].

Всі аеродромні плити мають аббревіатуру ПАГ, що означає «плита аеродромна гладка». Цифра, яка слідує за аббревіатурою, позначає товщину плити в сантиметрах. І, залежно від своєї товщини, всі аеродромні плити ділять на ПАГ-14, ПАГ-18 та ПАГ-20. Що стосується плит аеродромних ПАГ-14, ПАГ-18 та ПАГ-20, то вони призначені для експлуатації в умовах підвищених навантажень.

Для запобігання замочування несучих покриттів у зв'язку з можливим підняттям рівня ґрунтових вод проектом передбачене улаштування гідроізоляційного прошарку із піскобітуму з витратою бітумної емульсії 2 % від маси піску, що улаштовується методом фрезерування верхнього шару насипу під несучі покриття та укріплені узбіччя на глибину 0,05 м. Цей прошарок виступає за крайку укріплених узбіч на 3 м.

На рис. 4.15 зображено конструкція покриття вертолітного майданчика на якому здійснюються злітно-посадочні операції. На рис. 4.16 показано конструкцію та розміри бар'єрного огородження та наведено конструкцію покриття укріпленого узбіччя.

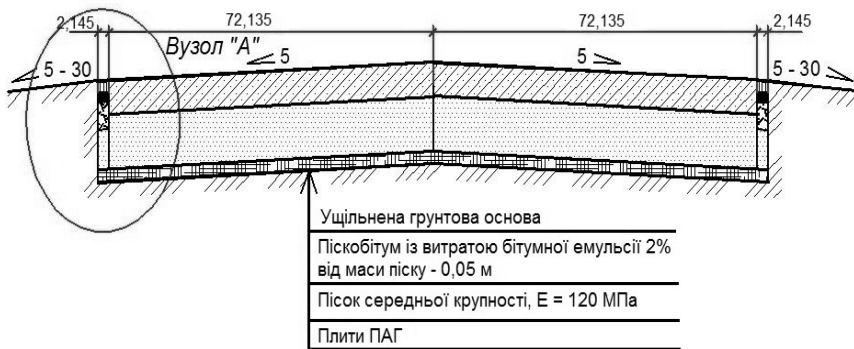


Рис. 4.15. Конструкція покриття злітно-посадочного майданчика

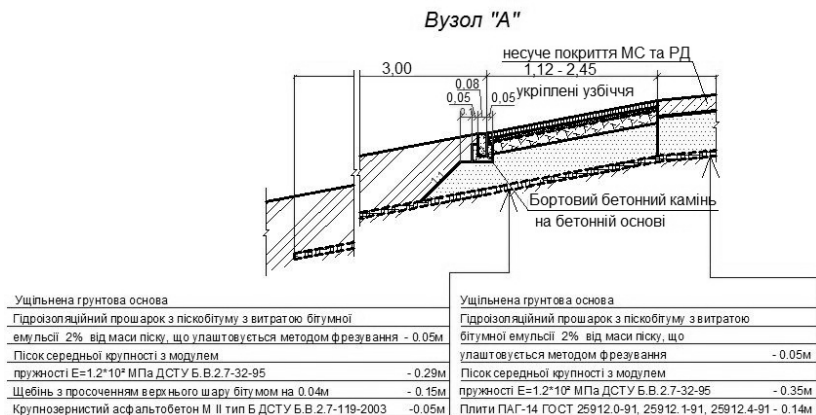


Рис. 4.16. Конструкція покриття укріпленого узбіччя, розміри бар'єрного огородження

По довжині руліжної доріжки необхідно передбачити кабельні переходи для прокладання кабелів світлосигнальної системи та кабелів зв'язку. Конструкція кабельного переходу та їх розташування показано на рис. 4.17 та 4.18.

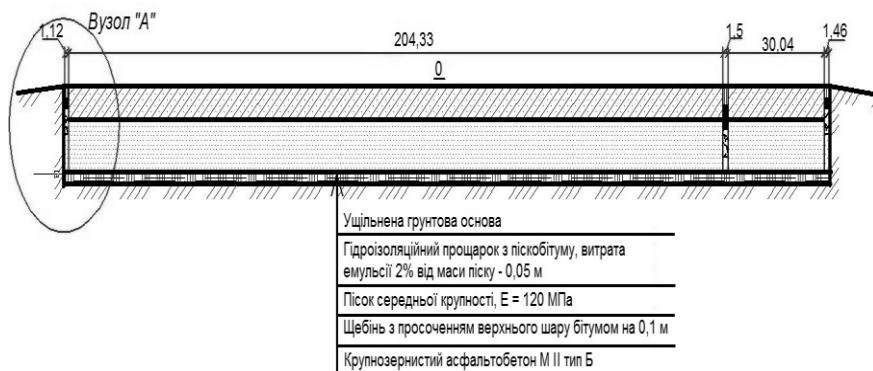


Рис. 4.17. Розташування кабельних переходів

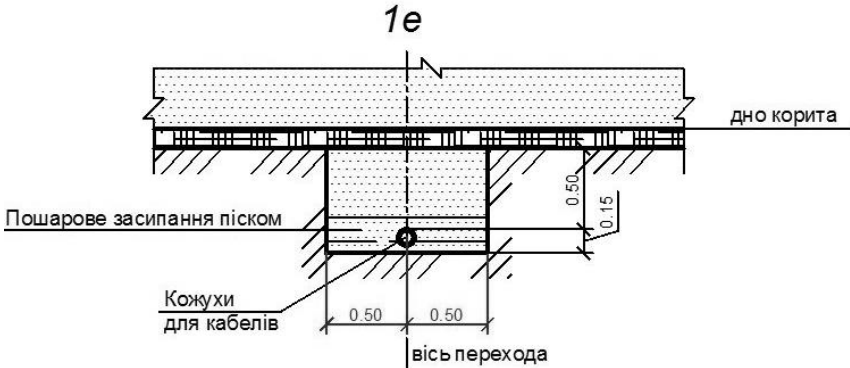


Рис. 4.18. Конструкція кабельного переходу

Прийняті конструкції покриттів місць стоянки, руліжних доріжок та вертолїтного майданчика відповідають вимогам міцності і при цьому забезпечують високий рівень механізації виконання робіт [118]. При цьому використані матеріали володіють невеликою вартістю тож є економічно ефективним рішенням.

4.8. Теоретичні основи розрахунку покриттів вертолїтного майданчика

В залежності від місця розташування вертодромного майданчика відрізняються і оптимальні конструкції покриття. Наприклад, для вертодромів розташованих над рівнем земної поверхні оптимальним варіантом є виконання силових елементів у вигляді металевої балочної кліті, використання композитних матеріалів. Що ж стосується вертодромів, розташованих на рівні земної поверхні, то виходячи з міркувань економічності, уніфікації, темпів будівництва оптимальними є покриття збірні із ПАГ (плита аеродромна гладка), монолітне цементобетонне покриття (як правило одношарове), можливе також використання композитних матеріалів, для легких та надлегких вертольотів достатньо дерев'яного настилу [9].

При визначенні силового впливу вертольотів на покриття вертодромів велике значення відіграють декілька факторів: максима-

льна злітна вага вертольота, конструкція головної опори вертольота, тиск в колесі головної опори та розподілення ваги вертольота між носовою та головними опорами [10]. Типи опор вертольотів наведено на рис. 4.19.

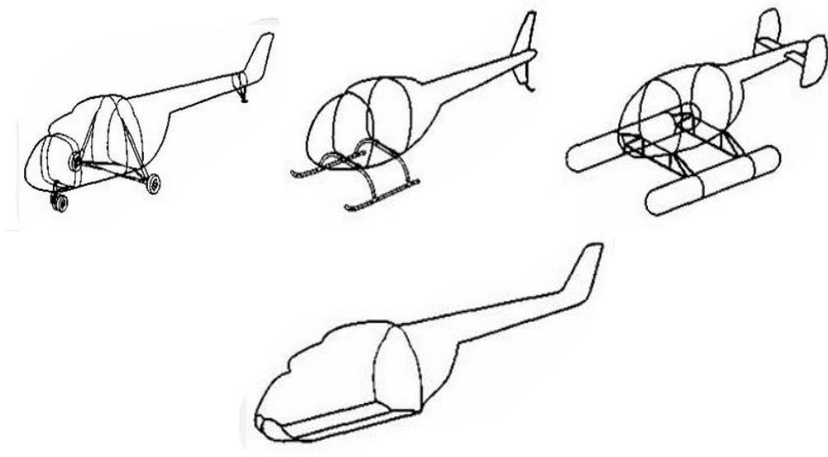


Рис. 4.19. Основні типи шасі вертольотів (зліва направо): колісне шасі; полозкове; поплавковий тип; за типом «човен»

На відміну від літаків, навантаження від яких постійно збільшуються, навантаження від перспективних та вже існуючих вертольотів знаходяться приблизно на одному рівні. Але нормативні документи, які використовуються в Україні, не відокремлюють розрахунок вертодромних покриттів від аеродромних покриттів. Тобто в розрахунку не враховуються експлуатаційні особливості вертольотів. Окрім цього нормативна методика розрахунку придатна лише для вертольотів із колісним шасі в той час як переважна більшість закордонних вертольотів випускаються із полозковим шасі. В будь-якому випадку інженерний розрахунок покриття є дуже складним завданням, тому привабливим виглядає варіант розрахунку різних типів покриття із використанням сучасних програмних комплексів.

4.9. Основи розрахунку покриття із використанням програмного комплексу FEAFAA

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

Основні особливості FEAFAA:

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

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

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

Моделювання жорсткого покриття в програмі FEAFAA засновано на таких положеннях:

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

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

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

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

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

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

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

$$F_i = k\Delta_i,$$

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

Вважається, що сила зсуву лінійно пропорційна відносному вертикальному зміщенню між плитами. Шов характеризується таким

параметром як еквівалентна жорсткість при зсуві k_{joint} , виражена в одиницях сили по відношенню до вертикального зміщення на одиницю довжини шва.

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

Вузлова модель використана із метою більш точного урахування явища зсуву при вигині. Принципові відмінності роботи звичайного зв'язного елемента та вузлового елемента показані на рис. 4.20. На рис. 4.20, *a* показана робота елемента (вертикальні та горизонтальні переміщення) при чистому вигині. Очевидно, що деформації зсуву відсутні або близькі до нуля. Однак, коли в розрахунок вводиться чотирьох вузловий елемент в плані (рис. 4.20, *б*), то видно, що спостерігаються лише горизонтальні переміщення вузлів.

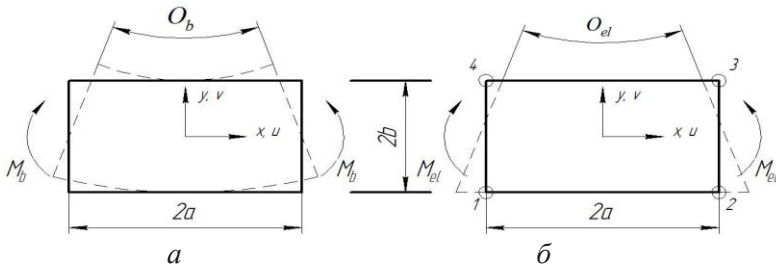


Рис.4.20. Деформація елемента при вигині:

a – звичайний елемент; *б* – запропонований восьми вузловий елемент

Вертикальні деформації дорівнюють нулю або мають дуже невеликі значення, тож елемент відображає зсув, а не вигин. Так званий хибний зсув і обумовлює жорсткість елемента. Вплив хибного зсуву можна нівелювати введенням рівняння квадратичної моделі деформації. Це рівняння додається до стандартної функції [99]

$$u(\xi, \eta) = \sum_{i=1}^4 N_i(\xi, \eta) u_i + \sum_{i=5}^6 N_i(\xi, \eta) a_i, \quad (4.14)$$

де $N_{1...4}$ – функції пов’язані із стандартною білінійною функцією, яка описує положення вузлів; $N_{5,6}$ – функції пов’язані із додатковими типами функцій, які описують положення вузлів.

Визначаються за формулами:

$$N_s(\xi, \eta) = 1 - \xi^2, \quad (4.15)$$

$$N_s(\xi, \eta) = 1 - \eta^2; \quad (4.16)$$

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

Використання цих несумісних моделей поведінки дає хороший результат при вигині навіть у випадку коли при моделюванні передбачено лише один елемент по товщині шару. Таким чином, для восьмивузлового зв’язного елемента загальне зміщення вузла можна обчислити як суму його переміщень при двох несумісних моделях поведінки (рис. 4.20 а, б).

$$u = \sum N_i u_i + (1 - \xi)^2 a_1 + (1 - \eta^2) a_2 + (1 - \xi^2) a_7, \quad (4.17)$$

$$v = \sum N_i v_i + (1 - \xi)^2 a_3 + (1 - \eta^2) a_4 + (1 - \xi^2) a_8, \quad (4.18)$$

$$w = \sum N_i u_i + (1 - \xi)^2 a_5 + (1 - \eta^2) a_6 + (1 - \xi^2) a_9, \quad (4.19)$$

де u, v – переміщення плити в горизонтальній площі у напрямку x та y відповідно; w – вертикальне переміщення у напрямку осі z .

Робота в програмі починається із вибору розрахункового літака. FEAFAA містить бібліотеку повітряних суден, в якій є більшість з існуючих серійних пасажирських, транспортних та військових літаків. В програмі також передбачена можливість редагування запропонованих конфігурацій шасі та збереження результату в стандартній бібліотеці. Вводиться положення коліс літака, розподілення ваги в відсотках між головною та основними опорами, кількість опор та тиск в пневматиках коліс шасі літака [99, 137].

При розрахунку можливо два способи передачі навантаження від колеса на покриття – по площі квадрата та по площі прямокутника. Квадратний відбиток колеса зазвичай використовується при використанні колового навантаження (програма LEAF). Площа прямокутного відбитка колеса визначається за рекомендаціями Асоціації Портландцементу (Portland Cement Association – PCA). Розміри відбитка становлять: $0,8712L \times 0,6L$, де L – довжина еквівалентного еліптичного відбитка колеса, визначається за формулою:

$L = (A/0,5227)^{0,5}$. Обґрунтованість використання прямокутної площі відбитка колеса доведена РСА при розробці проектних графіків для жорстких аеродромних покриттів.

4.10. Моделювання жорсткого вертодромного покриття із використанням програмного комплексу ЛІРА

При дослідженні впливу окремих опор вертольота на вертодромне покриття зв'язок між окремими плитами покриття моделювався за допомогою штирьових з'єднань. Це дозволяє більш точно урахувати вплив опор вертольота ніж у випадку використання однієї шарнірно закріпленої плити (рис. 4.21).

Жорсткість штирьового з'єднання плит покриття визначається за допомогою параметра k , який характеризує силу, що передається на одиницю довжини в напрямку вздовж з'єднання на одиницю різниці переміщення поперек з'єднання, тобто одиниця вимірювання жорсткості стикового з'єднання вимірюється у МН/м/м [167]. Значення параметра k можна визначити за формулою

$$k = \frac{D}{s}, \quad (4.20)$$

де D – коефіцієнт, який залежить від вертикальної жорсткості, яка обумовлена зчепленням штиря із бетоном та жорсткістю, яка викликана згином плити; s – відстань між штирями.

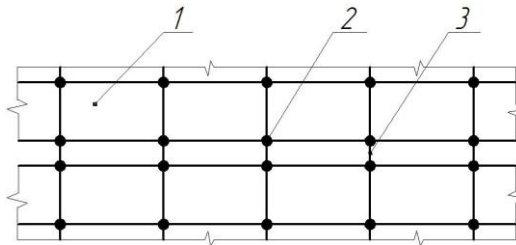


Рис. 4.21. Моделювання штирьових з'єднань між плитами покриття в ПК ЛІРА: 1 – скінченний елемент пластина (КЕ пластина в ПК ЛІРА); 2 – вузол; 3 – скінченний елемент, який моделює пружний зв'язок між самими вузлами (КЕ 55)

Моделювання двошарового покриття виконується за схемою зображеною на рис. 4.22.

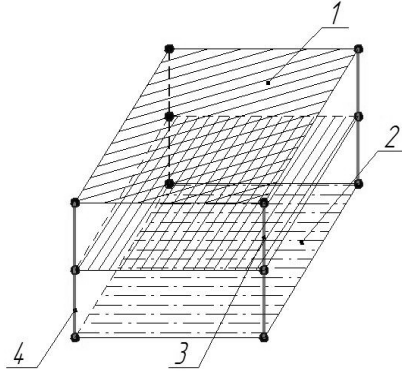


Рис. 4.22. Скінченна елементна модель двошарового жорсткого аеродромного покриття: 1 – скінченний елемент пластина; 2 – скінченний елемент пластина на пружній основі Вінклера; 3 – скінченний елемент КЭ 262 для моделювання розділяючого прошарку між шарами; 4 – скінченний елемент КЭ 262 для моделювання розділяючого прошарку між нижнім шаром та штучною основою

Верхній та нижній шар аеродромного покриття моделювались прямокутними пластинами, піскоцементна штучна основа – прямокутними пластинами на пружній основі Вінклера. Пружний розділяючий прошарок між шарами моделювався стрижневими скінченними елементами, які моделюють односторонній зв'язок між вузлами. Моделювання одностороннього лінійного зв'язку між шарами дозволяє врахувати обтиснення між шарами покриття.

При наявності пружного прошарку між несучими шарами покриття їх стиснення характеризується коефіцієнтом стиснення (за це відповідає жорсткість скінченного елемента, який моделює односторонній лінійний зв'язок). В загальному випадку коефіцієнт стиснення визначається за формулою [14].

$$c_i = \frac{2,4 \cdot E_i E_{i+1} E}{E(h_i E_{i+1} + h_{i+1} E_i) + 2,4 \cdot E_i E_{i+1} h \nu_1}, \quad (4.21)$$

де E_i, E_{i+1} – модуль пружності шарів покриття, для яких визначається коефіцієнт стиснення; E – модуль пружності розділяючого прошарку між шарами; h_i, h_{i+1} – товщини шарів покриття; h – товщина розділяючого прошарку; ν_1 – приведений коефіцієнт Пуасона розділяючого прошарку.

4.11. Особливості моделювання напружено-деформованого стану мобільних аеродромних покриттів

Для зазначених покриттів можуть бути використані гнучкі оболонки з композитних матеріалів, які працюють спільно з ґрунтовою основою і відрізняються наявністю значних прогинів і деформацій. Розрахунок на міцність таких покриттів пов'язаний з дослідженням процесу нелінійного деформування тонких мембранних оболонок на пружній основі з урахуванням однобічних зв'язків.

Лінійно-пружна основа, на яку спирається мембранна оболонка, апроксимується набором пружин (вінклерівська основа), приєднаних за нормаллю до елементарної площадки у точці поверхні мембрани, що розглядається. Зв'язок мембранної оболонки та пружної основи є однобічним, тобто реакція основи виникає лише при додатних прогинах. Прийнято, що величина реакції основи пропорційна прогину (гіпотеза Вінклера) у даній точці на поверхні мембранної оболонки. Коефіцієнт пропорційності «с» є функцією модуля пружності «вінклеровської основи» $E(C)$ і глибини шару основи, у якому спостерігається розподіл тиску від поверхневих сил на мембранну оболонку.

Гіпотеза Вінклера замінює реальне пружне тіло (основу) низкою не пов'язаних між собою пружин – пружно-податливих стержнів. Вважаючи реакцію основи пропорційною прогину, знайдемо, що розподілена безперервним чином за площею мембрани реакція визначається за формулою:

$$q = -cv, \quad (4.22)$$

де c – коефіцієнт пропорційності системи; v – прогин у даній точці за нормаллю до оболонки.

Спрощена математична модель пружної основи досить добре відображає властивості ґрунту, який і не може вважатися пружним тілом: зв'язність між його частинками набагато менша, ніж у суцільному пружному тілі. Припущення про пропорційність між прогином і реакцією основи виконуються строго для циліндричної оболонки, зануреної у рідину. В цьому випадку реакція являє собою підйомну силу Архімеда. Якщо порівнювати цю фізичну модель оболонки на пружній основі з фізичною моделлю оболонки,

для якої математична модель побудована на підставі метода в'язкої релаксації, то вони повністю співпадають. Виходячи з цього, математична модель різницевої схеми оболонки на пружній основі будується на підставі рекурентних формул з уточненням діагональної матриці жорсткості та вектора зовнішніх впливів, зумовлених впливом лінійно-пружної основи. Для визначення величини коефіцієнта пропорційності основи необхідно визначити довжину пружно-податливого стержня в апроксимації вінклеровської основи. Розрахункова величина глибини (товщини) цього шару для кожної конкретної задачі визначається за прийнятими допущеннями. Наприклад, за радіусом півкола, який дорівнює половині прогону мембранної оболонки, критерієм визначення області деформації пружної основи, яка взаємодіє з мембраною, може служити величина тиску в ґрунті від впливу штампавши з прогін мембрани. Таким чином, в якості пружини, яка впливає на дану точку і дискретну область мембранної оболонки, приймаємо призматичний стержень заввишки з товщину деформованого шару $h(x)$, яка враховується, і площею поперечного перерізу $F(s)$. Тоді величина коефіцієнта пропорційності реакції основи може бути визначена за формулою:

$$c = -\frac{E_{(0)}F(s)}{h(x^\alpha)}, \quad (4.23)$$

або, в окремому випадку, для області поширення деформацій (тиску) в ґрунті основи у вигляді півкола:

$$c = -\frac{2\sqrt{2}}{b} E_{(0)}F(s), \quad (4.24)$$

де b – напівпрогін мембранної оболонки.

Величину $E_0/h(x^\alpha)$ прийнято називати коефіцієнтом постелі або модулем основи. Цей коефіцієнт має розмірність кгс/см³. З урахуванням (4.12) реакція основи визначається за формулою:

$$q = -\frac{2\sqrt{2}}{b} E_{(0)}F(s)v. \quad (4.25)$$

Враховуючи приєднання пружини основи за нормаллю до деформованої поверхні мембрани, реакція основи при розкладенні нормалі n у базисі e_i' визначається компонентами у глобальному базисі за формулою:

$$Q_{(0)}^{i'} = -\frac{2\sqrt{2}}{b} (E_{(0)}F(s))_{(N)} n_{(N)}^{i'} \upsilon, \quad (4.26)$$

$$Q_{(0)}^{i'} = -F_N^{(0)} n_{(N)}^{i'} \beta \upsilon, \quad (4.27)$$

$$F_{(N)}^{(0)} = -\frac{2\sqrt{2}}{b} (E_{(0)}F(s))_{(N)}; \quad (4.28)$$

де $n_{(N)}^{i'}$ – компоненти вектора одиничної нормалі до поверхні оболонки у вузлі N.

Прогин оболонки за нормаллю через вузлові переміщення визначається як скалярний добуток:

$$\upsilon = u_{(M)} \cdot n_{(M)} = u_{(M)}^{k'} n_{(M)}^{k'}. \quad (4.29)$$

З урахуванням формули 4.29 маємо:

$$Q_{(0)}^{i'} = -F_{(N)}^{(0)} n_{(N)}^{i'} n_{(M)}^{k'} u_{(M)}^{k'}. \quad (4.30)$$

Після неявного інтегрування отримаємо наступні рекурентні формули для оболонки на пружній основі:

$$\begin{aligned} & \left[K_{(NL)}^{i'j'(n)} + \frac{c_{(N)}^{(n)} n_{(N)}^{(i')} n_{(M)}^{(j')}}{n_{(M)}^{k'} \delta_{(NL)}^{i'j'}} \right] \Delta u_{i+l}^{j'(n+l)} = \\ & = Q_{(N)}(u_i^{i'(n+l)}) - R_{(N)}(u_i^{i'(n+l)}) - \underline{Q_{(N)(0)}^{i'}}; \quad (4.31) \\ & u_{i+l}^{i'(n+l)} = u_i^{i'(n+l)} + \Delta u_{i+l}^{i'(n+l)}, \end{aligned}$$

де $n_{(N)}^{i'}$ – компоненти вектора одиничної нормалі у вузлах оболонки; $c_{(N)}^{(n)}$ –приведений коефіцієнт пропорційності реакції основи; $Q_{(N)(0)}^{i'}$ – компоненти реакцій основи.

Підкреслені члени у формулі 4.31 зумовлюють вплив основи при взаємодії з оболонкою.

При розв'язуванні задач нелінійного деформування оболонки на пружній основі з контактними або зосередженими впливами необхідно враховувати одноосний напружений стан мембранної оболонки. Для задачі, що розглядається, необхідно виконувати аналіз одnobічних зв'язків у тангенціальній площині моделі оболонки та за напрямом переміщень за нормаллю, що зумовлює суттєву нелінійність поведінки оболонки у процесі деформування.

Для перевірки достовірності розробленої методики розв'язувалася модельна задача взаємодії мембранної оболонки на пружній основі з жорстким плоским штампом круглої форми у плані. Розрахункова схема оболонки на пружній основі при взаємодії зі штампом наведена на рис.4.23,а. Діаметр штампа складає 358 мм. Максимальний зсув штампа доводився до 50 мм. Розміри сіткової області скінченноелементної моделі оболонки складають $2 \times 13 \times 17$, що відповідає системі із 442 нелінійних рівнянь. Край оболонки навантажений рівномірно-розподіленими силами величиною 150 кг/м^2 , що моделює анкетування мембранної оболонки у пружній основі. В якості матеріалу оболонки використовується полімер завтовшки 12,6 мм, модуль пружності якого $E = 3600 \text{ кгс/см}^2$. Модуль пружності основи прийнятий $E_{(0)} = 25 \text{ кгс/см}^2$, коефіцієнт пропорційності реакції основи визначається за формулою 4.24. На рис. 4.23,б наведений графік залежності змінювання реакції основи від зсуву штампа.

Встановлено середнє значення коефіцієнта пропорційності реакції основи з модулем $E_{(0)}=25 \text{ кгс/см}^2$ як величину тангенса нахилу дотичної (див. пунктирну лінію на рис. 4.23, б) до кривої залежності реакції штампа від зсуву.

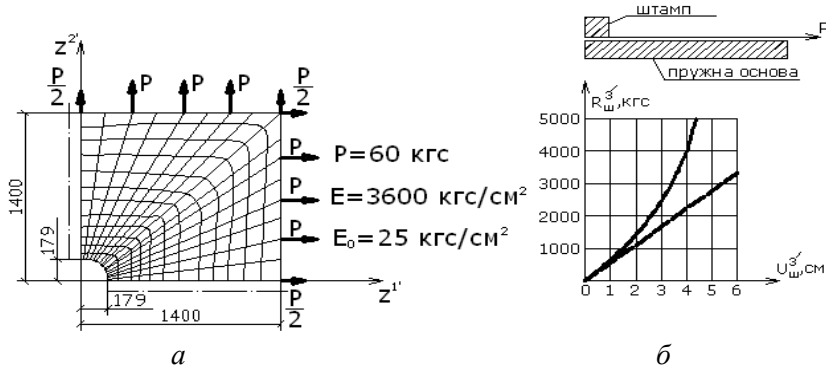


Рис. 4.23. Розрахункова схема і результати розв'язування задачі взаємодії тонкої оболонки на пружній основі з жорстким штампом:
a – розрахункова схема оболонки на пружній основі при взаємодії зі штампом; *б* – графік залежності змінювання реакції основи від зсуву штампа

Розроблена методика та результати чисельних експериментів на модельних задачах з визначення параметрів для функції реакції основи дозволяють поширити цю методику на обчислювальний комплекс для проведення розрахунків на міцність реального покриття злітно-посадової смуги з урахуванням значень коефіцієнта постелі реальної ґрунтової основи злітної смуги.

4.11.1. Напруження та зусилля в мембрані. Рівняння рівноваги

Представимо нескінченно малий елемент мембрани, на поверхні якої діє рівномірно – розподілене навантаження інтенсивністю $p = p(x, y)$ (рис.4.24).

Покажемо напруження в точках k і k_1 перерізів паралельних площинам YZ і XZ відповідно. Точки k і k_1 розташовані на відстані z від серединної площини мембрани. Для кожного дотичного напруження перший індекс відповідає напрямленню нормалі до перерізу, по якому діє напруження, а другий індекс вказує на напрямок дії напруження. Відповідно закону парності дотичних напружень $\tau_{xy} = \tau_{yx}$. Розглядаємо дію навантаження, яке нормальне до серединної площини. Тому рівнодіючі всіх зусиль, які визначаються на-

пруженнями σ_x , σ_y і τ_{xy} рівні нулю і відповідні зусилля, які обчислюються за цими напруженнями, приводяться тільки до моментів. Напруження σ_x зводиться до моменту M_x а напруження σ_y – до моменту M_y (див. рис. 4.24). Всі зусилля (і моменти) обчислюємо як результуючі напружень на одиницю довжини.

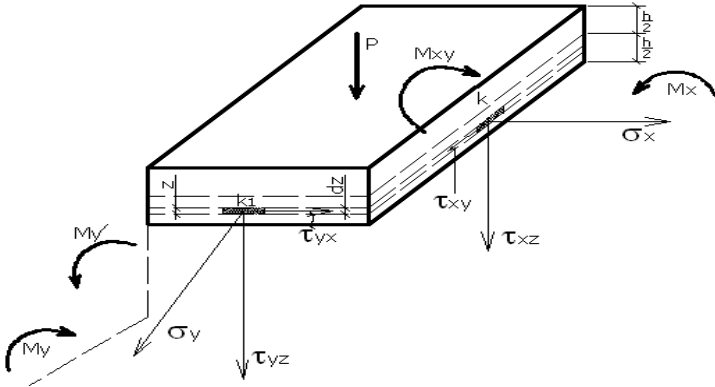


Рис. 4.24. Нескінченно малий елемент мембрани

Напруження σ_x, σ_y дадуть згинальні моменти:

$$M_x = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \sigma_x z dz; \quad M_y = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \sigma_y z dz; \quad (4.32)$$

Момент M_x діє в площині XZ , а момент M_y – в площині YZ . Напруження τ_{xy} і τ_{yx} приводяться до крутних моментів:

$$M_{xy} = M_{yx} = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \tau_{xy} z dz; \quad (4.33)$$

Крутний момент M_{xy} діє в площині ZY . Вертикальні дотичні напруження τ_{xz}, τ_{yz} дадуть поперечні зусилля:

$$Q_x = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \tau_{xz} dz, \quad Q_y = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \tau_{yz} dz; \quad (4.34)$$

На рис. 4.25 представлений виділений елемент – елемент мембрани $d_x \times d_y$, і показані позитивні напрямлення зусиль $Q_x, Q_y, M_x, M_y, M_{yx}, M_{xy}$.

Проектуючи всі сили, прикладені до елемента мембрани на вертикальну вісь Z отримаємо за умовою рівноваги:

$$p dx dy + \frac{\partial Q_x}{\partial x} dx dy + \frac{\partial Q_y}{\partial y} dy dx = 0, \quad (4.35)$$

Звідки

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + p = 0. \quad (4.36)$$

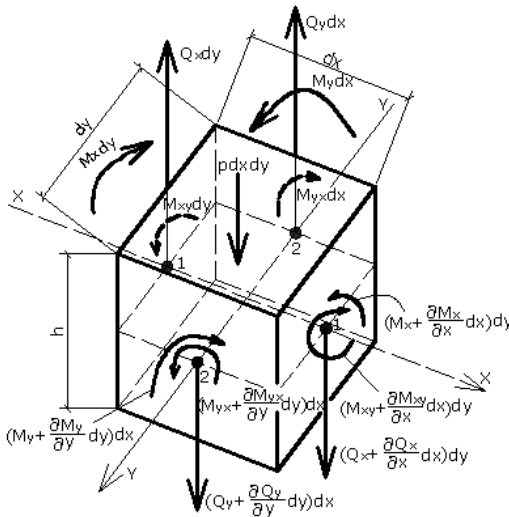


Рис.4.25. Виділений елемент мембрани з показом всіх компонентів зусиль

Складаючи умови рівноваги в формі суми моментів відносно осей 1 і 2, паралельних осям X і Y , отримуємо:

$$\left(\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} dx \right) dy + \left(\frac{\partial M_y}{\partial y} dy \right) dx - (Q_y dx) dy - \left(\frac{\partial Q_y}{\partial y} dy dx \right) \frac{dy}{2} = 0. \quad (4.37)$$

і відповідно:

$$\left(\frac{\partial M_{yx}}{\partial y} dy \right) dx + \left(\frac{\partial M_x}{\partial x} dx \right) dy - (Q_x dy) dx - \left(\frac{\partial Q_x}{\partial x} dx dy \right) \frac{dx}{2} = 0. \quad (4.38)$$

Нехтуючи малими другого порядку і маючи на увазі, що $M_{yx} = M_{xy}$, отримаємо замість 4.37 і 4.38:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial M_y}{\partial y} - Q_y &= 0; \\ \frac{\partial M_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x} - Q_x &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4.39)$$

Звідси виразимо Q_y і Q_x :

$$\left. \begin{aligned} Q_y &= \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial M_y}{\partial y}; \\ Q_x &= \frac{\partial M_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x}. \end{aligned} \right\} \quad (4.40)$$

Вносимо вирази Q_y і Q_x в умову рівноваги (4.13); отримуємо:

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = -p; \quad (4.41)$$

Для визначення трьох моментів M_x , M_y і M_{xy} одного рівняння (4.41) недостатньо і для вирішення задачі необхідно розглянути деформації мембрани, виразивши моменти через другі похідні від прогину.

4.11.2. Диференціальне рівняння вигнутої поверхні мембрани

Для тонких пластинок вводимо наступні припущення.

1. Вважаємо, що всі точки пластини, які лежать одна навпроти одної по вертикалі, отримують однаковий прогин, який не залежить від координати z , тобто $w = w(x, y)$. Взаємним стисненням шарів мембрани нехтуємо.

2. Нормалі до серединної площини мембрани ($c-c$) залишаються після деформації перпендикулярними до викривленої поверхні (рис. 4.26).

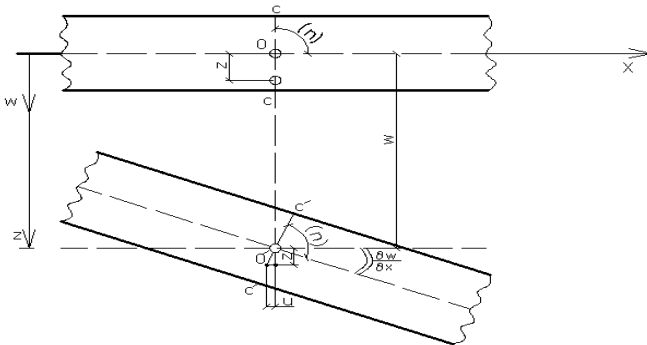


Рис. 4.26. Фрагмент мембрани до і після деформації

3. Нехтуємо нормальним напруженням σ_z порівняно із σ_x і σ_y . Тому відносні деформації ϵ_x і ϵ_y записуємо у формі:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu\sigma_y); \\ \epsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu\sigma_x), \end{aligned} \right\} \quad (4.42)$$

де ν – коефіцієнт Пуассона. Крім того:

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} = \frac{\tau_{xy} \cdot 2(1 + \nu)}{E}. \quad (4.43)$$

Вирішуючи рівняння (4.30) і (4.31) відносно напружень, отримуємо

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{E}{1 - \nu^2} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \nu \frac{\partial v}{\partial y} \right); \\ \sigma_y &= \frac{E}{1 - \nu^2} \left(\frac{\partial v}{\partial y} + \nu \frac{\partial u}{\partial x} \right); \\ \tau_{xy} &= \frac{E}{2(1 + \nu)} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right). \end{aligned} \right\} \quad (4.44)$$

Користуючись 1-м і 2-м припущеннями, виразимо переміщення v та u через w та координату z

За рис. 4.26 можна записати:

$$u = -z \frac{\partial w}{\partial x}. \quad (4.45)$$

Аналогічно (із перерізу в площині YZ):

$$v = -z \frac{\partial w}{\partial y}. \quad (4.46)$$

Вносячи ці вирази в формули (4.32), отримуємо наступні остаточні співвідношення між напруженнями і прогином пластинки:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= -\frac{Ez}{1-\nu^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right); \\ \sigma_y &= -\frac{Ez}{1-\nu^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right); \\ \tau_{xy} &= -2Gz \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = -\frac{Ez}{1+\nu} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}. \end{aligned} \right\} \quad (4.47)$$

В останнє співвідношення підставлено вираження G через E . Вираз 4.35 вносимо в співвідношення 4.34 і після інтегрування по висоті перерізу отримуємо для моментів M_x , M_y і M_{xy} :

$$\left. \begin{aligned} M_x &= -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right); \\ M_y &= -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right); \\ M_{xy} &= -(1-\nu)D \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}, \end{aligned} \right\} \quad (4.48)$$

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}. \quad (4.49)$$

де D – жорсткість мембрани:

Користуючись співвідношеннями (4.29) і внівши в них вираз (4.38), отримаємо формули для поперечних сил Q_x і Q_y ,

$$\left. \begin{aligned} Q_x &= -D \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = -D \frac{\partial}{\partial x} (\Delta w); \\ Q_y &= -D \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = -D \frac{\partial}{\partial y} (\Delta w), \end{aligned} \right\} \quad (4.50)$$

де – лінійний диференціальний оператор з частковими похідними другого порядку:

$$\Delta w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}. \quad (4.51)$$

Таким чином, всі зусилля виражені через похідні від прогину пластинки w . Звертаючись тепер до умови рівноваги (4.30) і вносячи в ліву частину її вираз для моментів (4.26), після перетворень отримаємо:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \Delta \Delta w = \frac{P}{D}. \quad (4.52)$$

Це і є відоме диференціальне рівняння зігнутої серединної поверхні мембрани, яке отримане Софі Жермен. Воно являється неоднорідним бігармонічним рівнянням. Його коротко можна записати так:

$$\Delta \Delta w = \frac{P}{D}, \quad (4.53)$$

де в лівій частині маємо бігармонічний оператор над w . Застосовуючи рівняння (4.52), ми стикаємося з труднощами в знаходженні відповідного рішення, яке повинне задовольняти умовам закріплення пластинки по краям, так званими крайовим умовам.

5. ВИМОГИ ДО ВЕРТОЛІТНИХ МАЙДАНЧИКІВ

5.1. Загальні відомості

Загальні положення. Вертолітні посадочні майданчики (ПМ) та посадочні площадки (ПП) за характером використання і ступеня обладнання поділяються на постійні та тимчасові.

Постійні ПП обладнуються стаціонарними маркувальними знаками. На такі майданчики оформляється інструкція з виробництва польотів. *Тимчасові* ПП обладнуються маркуванням спрощеного типу. На такі майданчики складається інструкція з виконання польотів представником авіапідприємства і затверджується керівником.

Розміри, рівність, маркування (рис. 5.1) поверхні і підходи майданчика повинні відповідати вимогам рекомендацій «Керівництва з льотної експлуатації» (КЛЕ) вертольота.

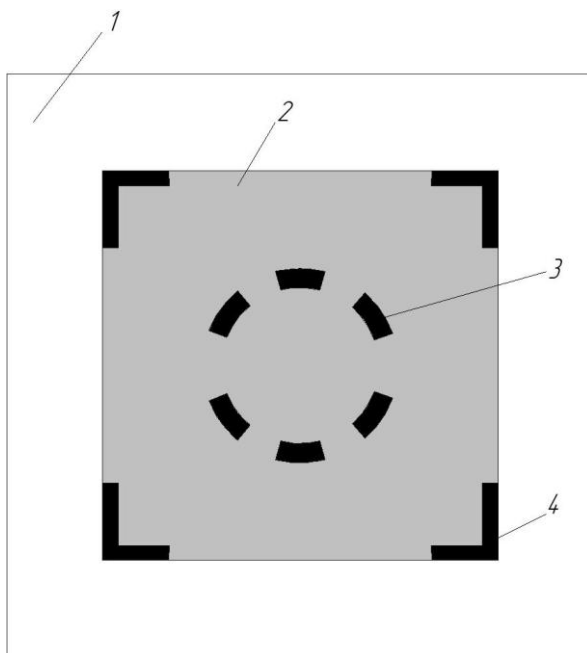


Рис. 5.1. Маркування вертолітного майданчика:

1 – смуга безпеки, 2 – робоча площа, 3 – знак обмеження місця приземлення при посадці по вертолітному, 4 – кутовий обмежуючий знак

ПП призначені для зльоту і посадки по-вертолітному, можуть розташовуватися як окремо, так і на території діючих аеродромів. На аеродромах, використовуваних одночасно літаками і вертольотами, обладнуються спеціальні площадки з окремим стартом для вертольотів. Організація спільних польотів літаків і вертольотів регулюється інструкцією з виробництва польотів на даному аеродромі.

Розміри ПП і денне маркування. Загальний вигляд майданчика зображений на рис. 5.1.

Посадочні майданчики повинні мати наступні розміри та знаки маркування (табл. 5.1) в залежності від максимальної злітної ваги розрахункового вертольота.

Таблиця 5.1

Розміри елементів посадочного майданчика

Елементи майданчика	Розміри елементів посадочного майданчика, м		
	Вага більше 15т	Від 5 до 15т	Менше 5т
Загальна площа	80×80	50×50	35×35
	але не менш вказаного в КЛЕ типу ПС		
Робоча площа	20×20	20×20	15×15
	але не менш вказаного в РЛС типу ПС		
Смуга безпеки	30	15	10
	але не менш вказаного в РЛС типу ПС		
Знак обмеження місця приземлення, м			
Зовнішній діаметр	18,0	10,0	7,0
Довжина пунктира	1,5	1,0	1,0
Розрив пунктира	1,5	1,0	1,0
Ширина пунктира	0,3	0,2	0,2
Кутовий знак обмеження, м			
Довжина сторін	3×3	2×2	1,5×1,5
Ширина сторін	0,4	0,3	0,2

Примітка: при улаштуванні ПП на болотистих ґрунтах або в інших обмежених умовах розміри робочої площі можуть бути прийнятими мінімальними згідно КЛЕ типу вертольота. Маркувальні знаки на штучних покриттях вертодромів і постійних ПП (бетон, асфальтобетон) наносяться фарбою. Якщо робоча площа ПП ґрунтова, то маркувальні знаки виконуються з пісного бетону, цегли, каменю з побілкою вапном. Знак обмеження місця приземлення виконується у вигляді кільця, що має зовнішній діаметр 3 м і внутрішній 2 м. Такі знаки повинні бути на одному рівні з ґрунтової поверхнею.

У зимовий період, а також на майданчиках розташованих на запорощених і піщаних ґрунтах, робоча площа позначається додатковими знаками (рис. 5.2) у вигляді конусів і щитів-орієнтирів. Допускається заміна конусів і щитів-орієнтирів гілками ялинок або прапорцями чорного (червоного) кольору за наявності снігу і білого кольору влітку. Висота додаткових знаків не більше 0,5 м.

На тимчасових ПП, а також на майданчиках настил яких зроблений з колод влаштовуються тільки кутові прикордонні знаки. Допускається застосування в якості кутових прикордонних знаків гумових покришок діаметром не менше 1,0 м, в центрі покришок встановлюються прапорці. Встановлюються, також додаткові орієнтири, при польотах взимку, згідно зі схемою (рис. 5.2). Зроблений з колод настил влаштовується на робочій площі ПП і смугах безпеки з розмірами мінімально допустимими згідно вимог відповідно типу вертольота.

Світлосигнальне обладнання посадочних майданчиків. Для забезпечення польотів вертольотів у нічний час на постійних вертодромів і ПП рекомендується встановлювати наступне світлосигнальне обладнання (рис. 5.3, 5.4) [86, 178]:

- вогні наближення (ВН) білого кольору для позначення напрямку на центр ПП. Систему вогнів наближення встановлюють на вертодромі, якщо необхідно і практично можливо вказувати пілотів бажаний напрямок заходу на посадку вночі;
- обмежувальні вогні (ОВ) червоного кольору для позначення контуру ПП;
- посадочні вогні (ПВ) білого кольору для забезпечення виходу вертольота на центр ПП;

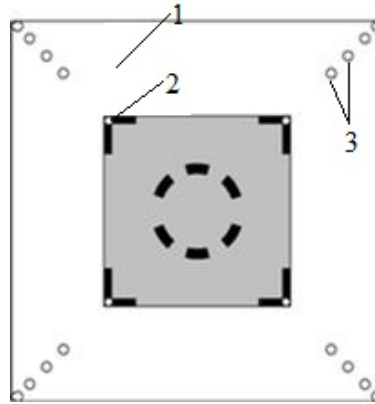


Рис 5.2. Схема розташування додаткових щитів-орієнтирів:
1 – робоча площа ПП; 2 – конус;
3 – щити

- пульт керування;
- автономне джерело живлення;
- загороджувальні вогні червоного кольору для позначення об'єктів, висота яких дорівнює або виходить за межі площин обмеження перешкод у районі розташування вертодрому.

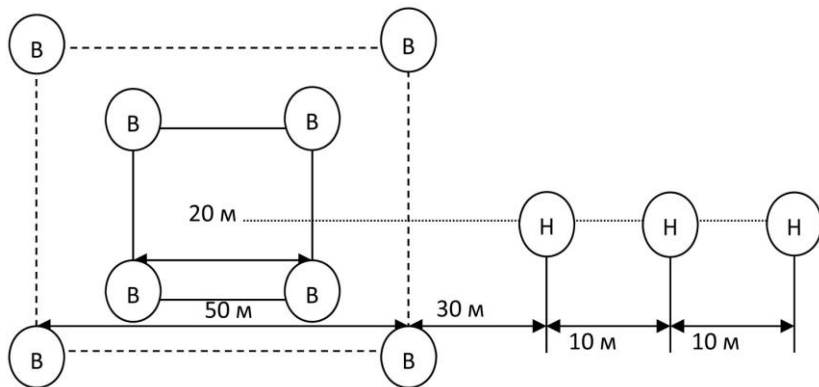


Рис. 5.3. Світлосигнальне обладнання вертолітного майданчика

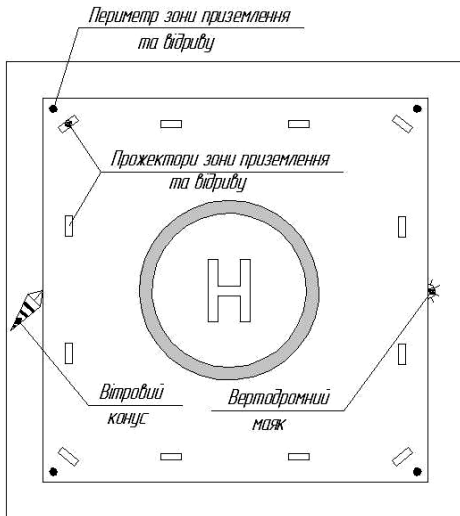


Рис. 5.4. Світлосигнальне обладнання вертолітного майданчика

При вільних повітряних підходах обладнання старту може бути виконано в чотирьох напрямках.

Колір вогнів наближення повинен бути таким, щоб можна було легко відрізнити їх від інших аеронавігаційних і сторонніх вогнів (у системі «Синева» – білі, зелені, помаранчеві, залежно від комплектації).

Перевищення посадкових вогнів над поверхнею робочої площі не повинно бути більше 0,5 метра. Сила світла вогнів повинна бути не менше 30–50 кандел. Електроживлення комплекту світлосигнального обладнання повинно здійснюватися від місцевої електромережі з резервом від автономного електроагрегату.

На ПП з обмеженими повітряними підходами, тимчасових ПП, експлуатованих вночі, встановлюються тільки посадкові вогні білого кольору і обмежувальні вогні червоного кольору. На ПП, де можливе утворення снігового або пилового вихору встановлюються додаткові обмежувальні вогні червоного кольору по кутах робочої площі на відстані не більше 3-х метрів від посадкових вогнів [177, 179].

Розміщення і обладнання ПП. При розташуванні ПП в аеропортах, відстань від бічної межі майданчика до будівлі аеровокзалу повинно бути не менше:

- 100 м для важких вертольотів;
- 75 м для середніх вертольотів;
- 60 м для легких вертольотів.

Відстань від кінців лопастей несучого гвинта вертольота має бути не менше:

- до будівлі аеровокзалу – двох діаметрів несучого гвинта;
- до стаціонарних споруд – двох діаметрів гвинта;
- до інших перешкод – половина діаметру гвинта, але не менше 10 м (на рулінні).

При розташуванні в гірських районах і в інших районах, в яких швидкість вітру досягає 20 м/с і більше, влаштовуються якірні кріплення.

У межах вертолітного майданчика не повинно бути сторонніх предметів, за винятком необхідного технологічного обладнання, висотою не більше 0,5 м на робочій площі і 1,0 м за кордоном робочої площі. Грунтова частина не повинна мати заглиблень (завишки) більше 10 см. Висота трав'яного покриву не більше 30 см. Міцність ґрунту на робочій площі повинна бути не нижче значень,

встановлених вимогами КЛЕ (3 кгс/см² для Мі-8). При недостатній несучій здатності ґрунтів, запилюваності передбачається пристрій штучних покриттів робочої площі майданчика.

В зимовий період штучні покриття майданчика повинні очищатися від снігу. Ґрунтові майданчики можуть утримуватись методом очищення або ущільнення в залежності від місцевих кліматичних умов. При методі ущільнення випадаючий сніг систематично вигладжується і ущільнюється шарами по 2-3 см. При методі очищення створюється ущільнений шар снігу над ґрунтом товщиною 6-8 см, далі випадаючий сніг видаляється. Щільність снігу повинна бути не нижче вимог зазначених у КЛЕ вертольота. Очищення від снігу або ущільнення снігу виконують на робочій площі і смугах безпеки на ширину 10 м.

Максимальні ухили робочої площі не повинні перевищувати 0,08 у напрямку зльоту і посадки і 0,05 в поперечному напрямку. З метою забезпечення водовідведення мінімальний ухил 0,005.

Незалежно від характеру використання вертолітний майданчик обладнується конусом – вітровказівником або прапорцями. Висота щогли вітровказівника від землі 6-8 м. Конус-вітровказівник може бути встановлений на одному з споруд вертодрому за умови, що він добре буде видний для екіпажів вертольотів. Загальний вигляд конуса та його розміри наведено на рис. 5.5. Вітровказівник конструюється таким чином, щоб забезпечити чітке указання напрямку вітру і загальну інформацію про його швидкість. На заданому вертолітному майданчику передбачено встановлення одного вітропоказчика. Згідно із рекомендаціями ІСАО колір вітрового конуса обирається виходячи із міркувань його видимості із висоти мінімум 200 м. Із метою доброї видимості на строкатому фоні в даному випадку було обрано біло-помаранчеві кольори конуса. Фарбування виконано таким чином щоб перша та остання смуга на конусі мала більш темний колір.

На вертолітному майданчику обладнання для ємності заправки повітряних суден повинні бути розташовані не ближче 50 м від стоянки вертольота. Первинні засоби пожежогашіння розміщуються за межами робочої площі вертолітної площадки, їх склад повинен бути наступний:

- вогнегасник хімічний ОХВП – 1-2 шт.;
- ящик з піском 0,5 м³ – 1 шт.;
- лопата залізна – 2 шт.;
- відро – 1 шт.

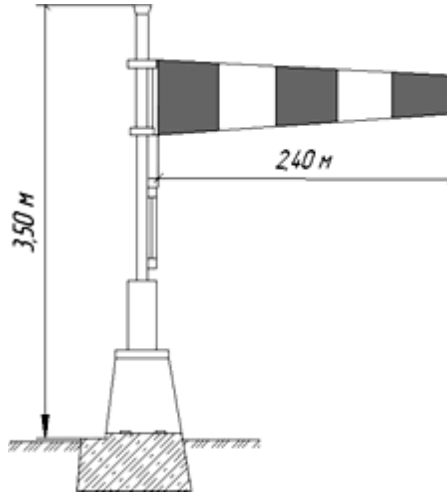


Рис. 5.5. Загальний вигляд вітрового конуса

Організація зберігання, підготовка, контроль якості та заправка вертольотів авіаПММ повинна відповідати вимогам вказівки МЦА від 15.12.88 р. № 805/у. Огорожа території вертодрому повинна виконуватись по межі відведення земельної ділянки. Висота огорожі – 1,8 м.

Утримання та використання ПП. Утримання ПП в експлуатаційному стані здійснюють:

- в аеропортах – аеродромна служба аеропорту;
- на окремо розташованих ПП – представник замовника або авіаційний персонал експлуатанта. У цьому випадку особа відповідальна за утримання вертолітного майданчика в експлуатаційному стані проходить інструктаж в сертифікованій аеродромній службі і допускається до виконання обов'язків наказом керівника замовника або авіапідприємства.

В аеропортах готовність до польотів визначає керівник польотів на підставі доповіді представника аеродромної служби та запису про готовність у «Журналі обліку стану льотного поля».

Готовність до забезпечення польотів на окремо розташовану площадку визначає командир вертольота на підставі даних «Журналу стану ПП», що знаходиться у диспетчера. За відсутності запису в журналі про стан майданчика більше 10 діб дозволяється

приймати рішення про виліт на основі офіційної доповіді відповідальної особи за зміст ПП про придатність майданчика. За відсутності інформації про стан вертолітного майданчика від відповідальної особи, дозволяється приймати рішення на виліт командирів вертольота, допущеному до польотів з правом підбору посадкових майданчиків з повітря. У цьому випадку відповідальність за прийняття рішення про посадку (зльоти) на майданчику, що не відповідає вимогам, викладеним у цьому несе екіпаж вертольота

Тангенси кутів підходу ПП допущених до зльоту і посадки по вертолітному з використанням впливу повітряної подушки показано на рис. 5.6 [179].

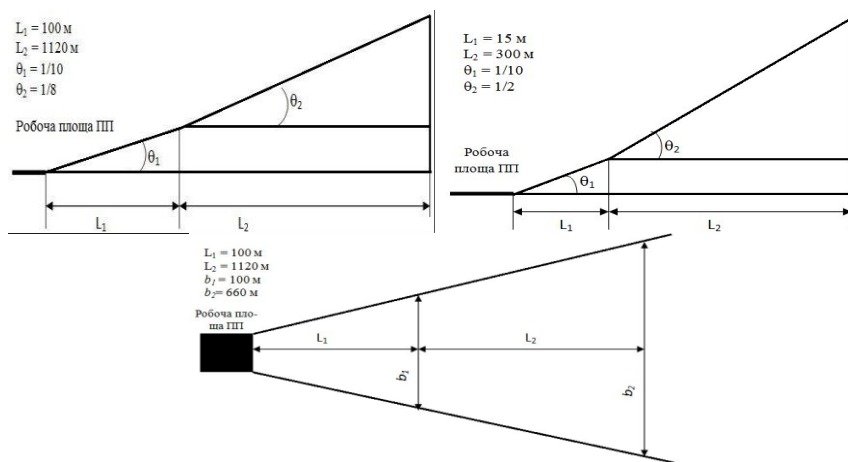


Рис. 5.6. Тангенси кутів підходу для злетів та посадок по вертолітному без використання впливу повітряної подушки

5.2. Особливості льотної роботи вертольотів, що визначають вимоги до майданчиків

В залежності від розмірів посадкових майданчиків та стану смуг повітряних підходів до них, а також температури зовнішнього повітря, атмосферного тиску, швидкості і напрямку вітру, вологості повітря і польотної ваги вертольоти можуть виконувати зльоти і посадки одним із таких способів: по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки; по-вертолітному з використанням впливу повітряної подушки; по-літаковому.

При зльоті *по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки* здійснюється відрив і вертикальний підйом вертольота з виходом із зони впливу повітряної подушки до висоти, що забезпечує безпечний прохід над перешкодами з перевищенням не менше 5 м, з наступним переходом на маршовий політ з набором висоти. При зльоті *по-вертолітному з використанням впливу повітряної подушки* здійснюється відрив і вертикальний підйом вертольота до висоти, що забезпечує безпечний розгін в зоні впливу повітряної подушки. При зльоті *по-літаковому* здійснюється розбіг вертольота до швидкості, що забезпечує безпечний набір висоти.

Кожен із способів зльоту і посадки вертольотів володіє своїми перевагами і недоліками. Можливості вертольотів по вантажопідйомності при різних способах вильоті і посадки можуть бути охарактеризовані наступним чином. Якщо вантажопідйомність гелікоптера при зльоті *по-вертолітному, без використання впливу повітряної подушки* прийняти за 100 %, то при зльоті *по-вертолітному з використанням впливу повітряної подушки* вона може бути в 1,5, а при зльоті *по-літаковому* – в 2 рази більше. Однак і вимоги, що пред'являються вертольотами до розмірів посадкових майданчиків при різних способах зльоту (посадки), істотно розрізняються.

Так, майданчики для зльотів і посадок *по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки* можуть мати мінімальні розміри, необхідні для забезпечення безпечного приземлення гелікоптера. Майданчики для забезпечення зльотів і посадок *по-вертолітному з використанням впливу повітряної подушки* повинні мати великі розміри, оскільки потрібна додаткова ділянка для розгону або гальмування вертольота біля поверхні землі. Ще більші розміри повинні мати площадки для зльоту і посадки *по-літаковому*, так як в цьому випадку потрібна територія для розбігу або пробігу вертольота.

При зльоті (посадці) *по-літаковому* або *по-вертолітному з використанням впливу повітряної подушки* більш жорсткі вимоги пред'являються і до обмеження висоти перешкод в районі посадкової площадки. Таким чином, від правильного вибору розрахункового способу залежить ефективність використання вертольота і необхідні розміри посадкового майданчика, а отже, і витрати на її будівництво [80].

Досвід експлуатації вертольотів дає можливість рекомендувати деякі положення, якими слід керуватися при виборі розрахункового способу зльоту вертольота. Вибір розрахункового способу зльоту вертольота обумовлений видом виконуваних робіт, обсягом планованих перевезень з даної площадки, місцевими умовами.

На вертольотах можуть виконуватись пасажирські, спеціальні і транспортні перевезення. Транспортні перевезення в залежності від габаритів вантажу або специфіки будівельно-монтажних робіт здійснюють з розміщенням вантажу у вантажній кабіні або на зовнішній підвісці.

Якщо при пасажирських, спеціальних і транспортних перевезеннях з розміщенням вантажу у вантажній кабіні зльоти і посадки вертольота можуть виконуватися будь-яким способом, то при польотах з вантажем на зовнішній підвісці зльоти і посадки проводяться тільки по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки. Тому для посадкових майданчиків, призначених забезпечувати польоти вертольотів з вантажем на зовнішній підвісці, при будь-яких обсягах перевезень і в будь-яких місцевих умовах розрахунковим способом зльоту буде зліт по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки.

При великих обсягах перевезень розрахунковий спосіб зльоту повинен забезпечувати максимальну вантажопідйомність гелікоптера, яка досягається при польотах з максимально допустимим польотною вагою. Можливість зльоту вертольота з максимальною польотною вагою тим чи іншим способом визначається місцевими розрахунковими умовами, в основному висотою розташування посадкової площадки над рівнем моря і розрахунковою температурою зовнішнього повітря. Для визначення раціонального способу зльоту вертольота з максимально допустимою польотною вагою в різних місцевих умовах розроблені графіки, представлені на рис. 5.7.

Розрахункова температура зовнішнього повітря визначається за формулою:

$$t_p = 1,08t_{13} - 5,8, \quad (5.1)$$

де t_p – середньомісячна температура за багаторічний період в 13 годин дня самого теплого місяця за періоди використання посадкового майданчика.

Визначення розрахункового способу зльоту з допомогою графіків проводиться в такій послідовності. По висоті розташування по-

садкової площадки над рівнем моря і температурі на графіку визначається критеріальна точка. Якщо ця точка розташована вище верхньої межі для відповідного типу вертольота, то приймається розрахунковий спосіб зльоту по-літаковому. Якщо ж ця точка розташована над нижньою межею для відповідного типу вертольота, то розрахунковий спосіб зльоту приймають по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки. У випадках, коли критеріальна точка розташована між верхньою і нижньою межами, приймається розрахунковий спосіб зльоту по-вертолітному з використанням впливу повітряної подушки.

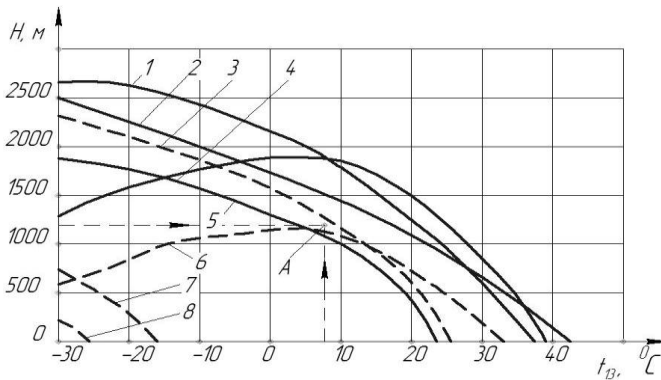


Рис. 5.7. Графіки для визначення розрахункових способів зльоту (посадки) вертольотів при великих обсягах перевезень:
 1 – Ми-2; 2 – Ми-4; 3 – Ми-2; 4 – Ми-8; 5 – Ми-6; 6 – Ми-8;
 7 – Ми-4; 8 – Ми-6

Приклад. Визначити розрахунковий спосіб зльоту (посадки) вертольотів Мі-2, Мі-6 і Мі-8 при висоті розташування посадкової площадки над рівнем моря 1250 м/5°C. За графіком на рис. 5.7 знаходимо критеріальну точку А, відповідну 1250 м і 5°C. Для вертольоту Мі-2 точка А розташована під нижньою межею, тому розрахунковим буде зліт по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки. Для вертольота Мі-6 точка А розташована вище верхньої межі, тому приймається розрахунковий спосіб зльоту по-літаковому. Для вертольота Мі-8 точка А розташована між верхньою і нижньою границями. У цьому випадку доцільний спосіб зльоту по-вертолітному з використанням впливу повітряної подушки.

При невеликих обсягах перевезень обраний розрахунковий спосіб зльоту вертольотів на посадочній площадці повинен бути обґрунтований техніко-економічним розрахунком, у якому повинно бути виконано порівняння витрат на будівництво посадкових майданчиків, розрахованих на забезпечення різних способів зльоту вертольотів і експлуатаційних витрат на перевезення заданого обсягу вантажів при різних способах зльоту вертольота. За розрахунковий приймається той спосіб зльоту, при якому виходить мінімальна сума будівельних та експлуатаційних витрат.

5.3. Елементи вертодромів і посадочних майданчиків, їх розміри та обладнання

Основними елементами вертодромів і посадочних майданчиків є льотна смуга і смуги повітряних підходів; вертодроми, крім того, включають руліжні доріжки і місця стоянок вертольотів. Льотна смуга складається з робочої площі, кінцевих і бічних смуг безпеки. Робоча площа призначена для зльотів і посадок вертольотів розрахунковим способом. Кінцеві та бічні смуги безпеки передбачаються на випадок виходу вертольота за межі робочої площі. Якщо несуча здатність ґрунту в передбачуваний період експлуатації майданчика може виявитися недостатньою для забезпечення базування вертольотів, в центральній частині льотної смуги влаштовують злітно-посадочні смуги або майданчики зі штучним покриттям. Смугами повітряних підходів називають ділянки місцевості, що примикають до вертодрому або посадочного майданчика, над якими проводиться набір висоти при зльоті та зниження при посадці. Руліжні доріжки - спеціально підготовлені шляхи для руління і буксирування вертольотів. Місця стоянки – підготовлені майданчики для зберігання та технічного обслуговування вертольотів.

Вибір, проектування і будівництво вертодромів і посадочних майданчиків для вертольотів виконується відповідно до чинних вимог. Мінімальні розміри елементів вертодромів та посадочних майданчиків для вертольотів наведено в табл. 5.2.

З умов безпечної експлуатації вертольотів ухили ґрунтової льотної смуги не повинні перевищувати 3 % на постійних аеродромах (посадкових майданчиках) та 5 % на тимчасових, а ухили злітно-посадкових смуг (майданчиків) зі штучним покриттям – 2 %.

Вимоги до розмірів зон повітряних підходів і обмеженню висоти перешкод в їх межах наведено на рис. 5.8 і в табл. 5.2 та 5.3 відповідно [80].

Таблиця 5.2

Розміри елементів вертолітних майданчиків та вертодромів

Розрахунковий спосіб зльоту (посадки)	Елементи вертодромів і посадочних майданчиків	Типи вертольотів				
		Мі-6, Мі-10К	Мі-8	Мі-4	Мі-2	Ка-26, Ми-1
Політаковому	Злітна полоса, м:					
	довжина	250	180	150	150	120
	ширина	100	60	60	45	40
	В тому числі робоча площа:					
довжина	200	150	120	130	100	
ширина	50	30	30	25	20	
Злітно-посадкова смуга зі штучним покриттям, м:						
довжина	200	120	90	110	80	
ширина	50	30	30	25	20	
Повертолітному	Злітна полоса, м:					
	довжина	200/80	120/40	120/40	120/26	100/26
	ширина	100/80	60/40	60/40	45/26	40/26
	В тому числі робоча площа:					
	довжина	150/30	90/10	90/10	100/6	80/6
	ширина	50/30	30/10	30/10	25/6	20/6
	Злітно-посадкова смуга зі штучним покриттям, м:					
довжина × ширина	22x22	10x10	10x10	6x6	6x6	
ширина руліжної доріжки, м мін.	15	8	8	6	6	
Радіус сполучення РД, м	28	16	16	12	12	

Примітка. В чисельнику вказані розміри елементів при зльоті (посадці) з використанням впливу повітряної подушки, в знаменнику – без її використання.

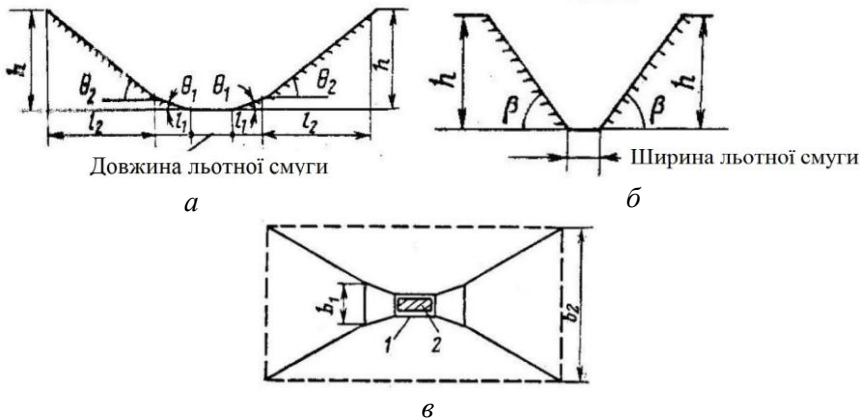


Рис. 5.8. Схема розмірів смуг повітряних підходів:

а – в напрямку старта; б – в напрямку перпендикулярно напрямку старта;
в – план; 1 – льотна смуга; 2 – робоча площа

Мінімальні розміри злітно-посадкових майданчиків зі штучним покриттям, наведені в табл. 5.1, визначені з урахуванням забезпечення безпеки при зльотах і посадках вертольотів. Однак час, що витрачається пілотом на виконання посадочних операцій, залежить від розмірів майданчики зі штучним покриттям. Тому для майданчика менших розмірів потрібен більший час маневрування при підльоті і, отже, збільшені льотні експлуатаційні витрати. Для визначення раціональних розмірів злітно-посадкових майданчиків з урахуванням вартості будівництва покриттів, планованої інтенсивності польотів і вартості льотної години вертольота розроблені номограми (рис. 5.9).

Приклад користування номограмами. Потрібно визначити розміри злітно-посадкового майданчика зі штучним покриттям для вертольота Мі-8, що виконує пасажирські перевезення при наступних вихідних даних: строк використання майданчика – 5 років, річна інтенсивність польотів – 600 операцій, вартість покриттів – 4-12 руб/м², вартість льотної години – 590 руб. (табл. 5.4). Хід вирішення показаний на рис. 5.9. Таким чином, для прийнятих умов економічно доцільний розмір майданчика 15×15 м.

Таблиця 5.3

Вимоги до розмірів зон повітряних підходів та обмеження висоти перешкод

Показники	Типи вертольотів				
	Мі-6, Мі-10К	Мі-8	Мі-4	Мі-2	Ка-26, Ми-1
Мінімальні розміри елементів зон повітряних підходів l_1, l_2, b_1, b_2 і максимальні величини тангенсів кутів нахилу умовних площин обмеження перешкод у їх межах $\tan \theta_1, \tan \theta_2, \tan \beta$, при зльотах і посадках:					
по-літаковому і повертолітному з використанням впливу повітряної подушки:					
$l_1, \text{ м}$	100	100	100	100	100
$l_2, \text{ м}$	1160	1120	1160	1160	1150
$\tan \theta_1$	1:20	1:20	1:20	1:20	1:15
$\tan \theta_2$	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8
$\tan \beta$	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
$b_1, \text{ м}$	150	100	100	85	80
$b_2, \text{ м}$	700	660	660	645	640
по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки:					
$l_1, \text{ м}$	300	300	300	300	300
$\tan \theta_1$	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
$\tan \beta$	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Максимально допустима висота перешкод у зоні повітряних підходів до посадкової площадки, м	150	150	150	150	150

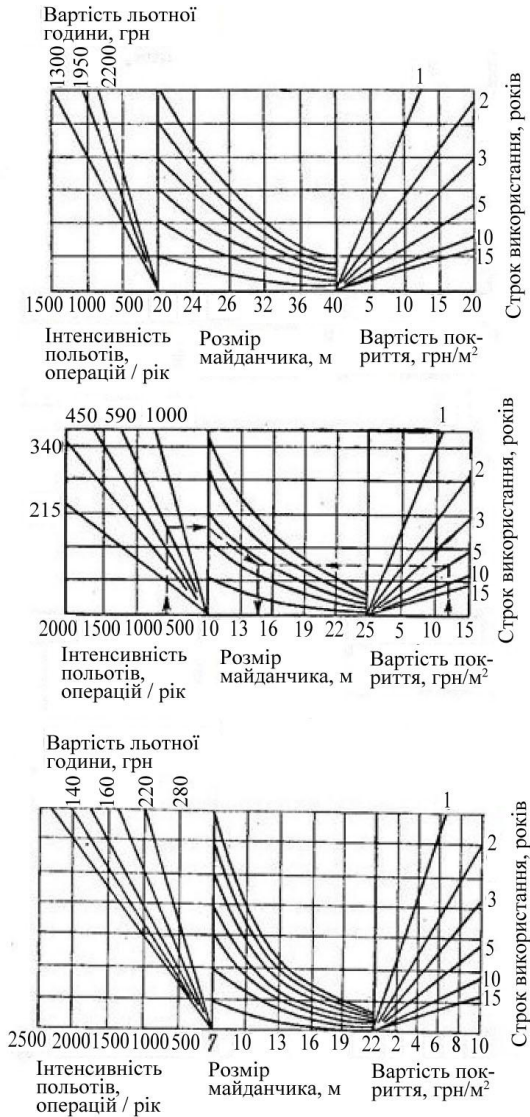


Рис. 5.9. Номограми для визначення розмірів злітно-посадочних майданчиків із штучним покриттям:
 а – вертоліти Ми-6, Ми-10к; б – вертоліти Ми-4, Ми-18;
 в – вертоліти Ми-1, Ми-2, Ка-26

Місця стоянки вертольотів на аеродромах розташовують на ділянках, віддалених від льотної смуги на відстань не менше трьох діаметрів несучого гвинта розрахункового (більш важкого) типу гелікоптера, наміченого для базування. При двосторонньому напрямку зльотів і посадок місця стоянки повинні розташовуватися поза зонами повітряних підходів. При повітряних підходах, що забезпечують можливість безпечного зльоту і посадки вертольотів в декількох напрямках, місця стоянки розташовують з напрямку, не забезпеченого вільними повітряними підходами, або з напрямку, що має найменше вітрову завантаження (кількість днів у році з вітрами цього напрямку).

Таблиця 5.4

Вартість години використання вертольота в залежності від типу робіт, руб

Тип вертольоту	Види авіаційних робіт		
	Будівельно-монтажні роботи	Транспортування вантажів на зовнішній підвісці	Решта видів робіт
Mi-6, Mi-10	2200	1950	1300
Mi-8	1000	850	590
Mi-4	215	340	450
Ka-26, Mi-2	280	230	160
Mi-1	240	180	120

Поздовжні осі місць стоянок бажано орієнтувати в напрямку пануючих вітрів. Відстань між осями місць стоянки повинна бути не менше двох діаметрів несучого гвинта розрахункового типу вертольота. Ділянки, вибрані під місця стоянок вертольотів, повинні мати хороший дерновий покрив. При відсутності дернового покриття, наявності піщаних пилюватих ґрунтів в районі місць стоянки повинні проводитися знепилування й зміцнення поверхневого шару ґрунту від видування повітряними потоками несучого гвинта вертольота. Устаткування аеродромів і посадочних майданчиків проводиться, щоб підвищити безпеку злітно-посадкових операцій, експлуатації та технічного обслуговування вертольотів.

Обладнання майданчиків включає маркувальні знаки і вітровка-зівник. Маркувальні знаки полегшують пілоту опізнання майдан-

чиків з повітря, зліт і посадку. Маркування постійних посадкових майданчиків (табл. 5.5) включає, як правило, знак обмеження ділянки при посадці по-вертолітному, прикордонні знаки, стартові лінії і знаки вказівки перешкод. Існуючі нормативи по маркуванню злітно-посадочних смуг аеродромів можуть бути використані при зльоті вертольоту по-літаковому (із пробігом) [181, 182]. Основні елементи вертодрому носять те ж функціональне призначення, що і елементи аеродрому [183].

Таблиця 5.5

Розміри знаків маркування вертолітних майданчиків

Показники	Mi-6, Mi-10K	Mi-4, Mi-8	Mi-2, Ka-26, Mi-1
	Розміри для вертольотів, м		
Знак обмеження місця приземлення при посадці по-вертольотному:			
– зовнішній діаметр,	18	10	6
– розрив між пунктирами та довжина пунктиру,	1,5	1,0	1,0
– ширина лінії.	0,3	0,2	0,2
Стартова лінія:			
– довжина,	15	8	5
– ширина.	0,20	0,15	0,10
Кутовий пограничний знак.	6×3	4×2	3×15
Рядковий пограничний знак.	4	3	2
Ширина ліній пограничних знаків.	0,4	0,3	0,2
Відстань від границь штучного покриття (робочої площі) до:			
– стартової лінії,	20	10	5
– пограничних знаків.	2,5	1,5	1,0

Знак обмеження ділянки приземлення вказує площу, в межах якої вертоліт повинен здійснити посадку, і розташовується в центральній частині робочої площі. Межі льотних смуг посадкових майданчиків позначають за допомогою кутових і прикордонних знаків. Для зазначення місць встановлення передніх опор шасі вертольотів при зльоті та місця приземлення при посадці по-літаковому наносять стартові лінії. Стартові лінії наносять тільки

на злітно-посадкових смугах зі штучним покриттям і ґрунтових льотних смугах, що мають форму витягнутого прямокутника.

Знаки вказівки перешкод наносять на робочу площу льотної смуги у вигляді гострих кутів, спрямованих у бік перешкод, розташованих поблизу аеродромів (посадочних майданчиків). Довжина сторін кута – 2 м, ширина ліній – 0,2 м, кут – 30° , відстань від меж робочої площі – 1 м.

Маркувальні знаки наносять фарбою білого кольору на покриття злітно-посадочних смуг (майданчиків). На ґрунтових льотних смугах маркувальні знаки можуть бути виконані з каменю, художого бетону, цегли з побілкою вапном. Взимку їх фарбують в чорний колір. Схема маркування робочої площі льотної смуги наведена на рис. 5.10, а розміри маркувальних знаків – в табл. 5.5.

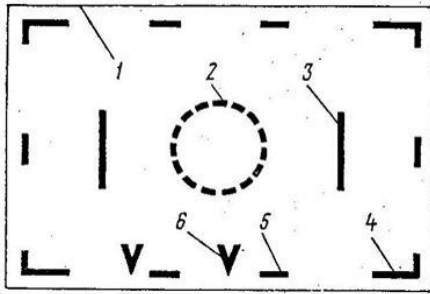


Рис. 5.10. Схема маркування робочої площі льотної смуги:

1 – межа робочої площі; 2 – знак обмеження ділянки приземлення при посадці по-вертолітному; 3 – стартова лінія; 4 – кутовий пограничний знак; 5 – строчний пограничний знак; 6 – знак, який вказує на перешкоду

При круглій формі робочої площі розриви між рядковими прикордонними знаками дорівнюють їх довжині. На робочій площі, яка має форму квадрата, довжина сторін кутових прикордонних знаків приймається однаковою.

Льотні смуги тимчасових аеродромів і посадочних майданчиків обладнають маркуванням спрощеного типу. Влітку викладають білі кутові знаки розміром шириною 2 м та довжиною 20,3 м і центральний знак у вигляді кільця із зовнішнім діаметром 3 м і внутрішнім 2 м. Узимку при наявності снігового покриву влаштовують тільки кутові знаки чорного кольору. Допускається позначення ку-

тових знаків хвойними гілками або прапорцями чорного або червоного кольору висотою не більше 40 см. Для визначення напрямку вітру використовують конус-вітровказівник, який монтується на щоглі висотою 6-8 м на відстані 30-40 м від меж льотної смуги.

5.4. Вибір земельних ділянок під аеродроми і майданчики

При виборі ділянки для розміщення аеродромів і посадочних майданчиків необхідно враховувати, в першу чергу, забезпечення безпеки польотів вертольотів, тому розміри ділянки повинні бути достатніми для розміщення всіх елементів аеродрому чи посадкового майданчика, а на прилеглий до ділянки місцевості не повинно бути перешкод, що виходять за умовну площину обмеження перешкод.

Бажано, щоб в районі вибраної ділянки був хороший орієнтир, це дозволяє льотчику візуально надійно визначити місцерозташування льотної смуги. При виборі земельних ділянок необхідно враховувати наступні рекомендації:

- ділянка повинна мати розміри, що забезпечують зліт і посадку вертольотів розрахунковим способом, і повітряні підходи, вільні у декількох напрямках;
- ділянка повинна бути якомога ближче розташована до місця отримання вантажів або до місця їх доставки, при цьому бажано поєднувати завантажувальні посадочні майданчики з аеродромами;
- при виборі перевагу слід віддавати земельним ділянкам, що забезпечують скорочення нельотного періоду вертольотів: на вододілах, на підвищеній, відкритій з усіх сторін місцевості.

Забезпечення стабільності та надійності роботи штучних покриттів майданчиків, що будуються в районах поширення вічномерзлих ґрунтів, вимагає проведення низки інженерних заходів, пов'язаних, в першу чергу, з вишукуванням і вибором найбільш придатних ділянок для будівництва майданчиків, забезпеченням відводу дощової і надмерзлотних вод і т.д. Тому при дослідженнях віддається перевага ділянкам, які складаються з кам'янистих, гравелистих і піщаних ґрунтів на глибину 5м і більше; із заляганням мерзлих ґрунтів на глибині, що перевищує 5м, і ґрунтам, які при відтаванні не втрачають міцність; із близьким заляганням корінних скельних порід, що не змінюють своїх будівельних властивостей

при замерзанні і відтаванні; сухим місцях з забезпеченим водовідведенням, схилам з південною експозицією і сухим, добре дренованим терасам річкових долин.

Слід уникати ділянок, у верхніх шарах яких є пилюваті ґрунти або ґрунти, які втрачають міцність при водонасиченні. Непридатними вважаються ділянки, де відбуваються процеси утворення наледі, зустрічається підземний лід, болота, а також ділянки з високим рівнем стояння ґрунтових і надмерзлотних вод. У сучасній практиці аеродромного будівництва за умови неможливості вибору земельних ділянок рекомендованого вище типу і необхідності будівництва штучних покриттів на вічній мерзлоті зазвичай використовують метод консервації вічномерзлої основи шляхом влаштування термоізоляційного насипу. Орієнтовно для району будівництва його товщину можна приймати в межах 1,2-1,5 м.

Техніко-економічний аналіз умов будівництва при різних варіантах розміщення аеродромів та посадочних майданчиків повинен проводитися з урахуванням обсягів і трудомісткості розчищення ділянки, виправлення рельєфу, будівництва штучних покриттів, осушення та водовідведення, влаштування під'їзних шляхів.

При вишукуванні аеродромів і посадочних майданчиків для вертольотів особливу увагу слід приділяти вибору ділянки для розміщення робочої площі льотної смуги. Форми і розміри робочої площі льотної смуги для відповідного типу вертольота визначаються загальними розмірами обраної ділянки, станом повітряних підходів і рози вітрів в даному районі, обраним розрахунковим способом зльоту (посадки) вертольота.

Зважаючи на те, що вертольоти здійснюють зльоти і посадки, як правило, проти вітру, найбільш вигідною формою робочої площі льотної смуги є коло і квадрат з розмірами, що забезпечують зліт і посадку розрахунковим способом. У деяких випадках з метою скорочення площі, займаної льотною смугою, і обсягів будівельних робіт, а також при відсутності земельної ділянки у формі круга або квадрата, робоча площа може бути прийнята у формі еліпса або багатокутника, близького до еліпсу. При такій формі робочої площі польоти організовуються так, що в штиль використовується напрям, який збігається з великою віссю еліпса. В цьому ж напрямку виконуються польоти при вітрах, коли їх складова, перпендикуляр-

на напрямку великої осі, не перевищує допустиму швидкість бічного вітру для даного типу гелікоптера, в іншому випадку використовуються напрямки, що дозволяють проводити зліт і посадку проти вітру. Велика вісь еліпса робочої площі орієнтується в напрямку пануючих вітрів [80, 82].

Розмір великої осі повинен дорівнювати довжині льотної смуги при розрахунковому способі зльоту (посадки), а розмір малої осі може бути прийнятий на 40 % менше, оскільки польоти в напрямку малої осі будуть проводитися тільки проти вітру швидкість якого більше допустимої швидкості бічного вітру.

Якщо відсутні придатні ділянки, які можуть забезпечити зліт і посадку вертольотів в декількох напрямках, робочу площу приймають у формі прямокутника; при цьому його велика сторона повинна мати розмір, що допускає зліт і посадку розрахунковим способом, і орієнтується в напрямку вільних повітряних підходів, найбільш близьких до напрямку пануючих вітрів.

5.5. Вибір типу штучного покриття вертодрому

Для цілорічної експлуатації вертольотів при недостатній несучій здатності ґрунту або його сильній пилюватості аеродрому і посадочні майданчики повинні мати штучні покриття, розраховані на навантаження від заданого типу вертольота. До конструкцій штучних покриттів пред'являються наступні основні вимоги: міцність і довговічність при експлуатації розрахунковими типами вертольотів, рівність, зносостійкість і шорсткість поверхні, що створює хороше зчеплення пневматиків з покриттям; стійкість при впливі експлуатаційних і кліматичних факторів, водонепроникність і відсутність пилюватості; ерозійна та хімічна стійкість проти механічного впливу повітряних струменів від несучих гвинтів, а також впливу пролитого палива, авіаційних масел та інших спеціальних рідин. Тип і конструкцію штучних покриттів призначають на основі техніко-економічного зіставлення варіантів з урахуванням призначення і типу вертольота і величини його розрахункового навантаження на колесо або опору: кліматичних, гідрогеологічних та ґрунтових умов району будівництва; передбачуваної інтенсивності експлуатації і особливостей впливу на покриття вертольотів, а в деяких випадках і

перевезених вантажів; наявності місцевих будівельних матеріалів, машин і устаткування для будівництва покриттів.

Штучні покриття зазвичай складаються з декількох конструктивних шарів: несуче покриття, штучна і природна основа. Штучна основа забезпечує передачу навантажень на природний ґрунт і виконує морозозахисну, дренажну та інші функції. Штучні покриття класифікують за характером опору несучого шару дії навантажень від ваги вертольотів, а також по терміну служби та капітальності. Крім того, їх розрізняють за способом виконання робіт, наприклад монолітні та збірні. За характером опору дії навантажень і розрахунковій схемі покриття ділять на жорсткі і нежорсткі. Жорсткі покриття – монолітні цементобетонні (армовані і неармовані) і збірні залізобетонні – влаштовують у вигляді окремих плит прямокутної форми. Плити працюють на згин і їх несуча здатність визначається товщиною і опором розтягуванню при згині бетону, а також міцністю основи. Плити монолітних покриттів бетонують на місці, а плити збірних покриттів виготовляють на заводі і полігонах.

Нежорсткі покриття включають несучий шар з різних матеріалів (переважно щебених і гравійних), зазвичай оброблених в'язучими, і захисний шар, що сприймає зусилля від коліс і атмосферних чинників. Нежорсткі покриття мають слабкий опір вигину, працюють в основному на стиск. У нежорстких покриттях матеріали для улаштування конструктивних шарів можуть бути малої міцності і значною деформованості, тому експлуатаційним показником таких покриттів служить гранично допустимий прогин (деформація) під навантаженням. Покриття будь-якого типу укладають на добре підготовлену та досить міцну основу, якість якої в значній мірі зумовлює загальну міцність і довговічність всієї конструкції. По терміну служби штучні покриття ділять на капітальні, полегшені, перехідні і тимчасові.

Капітальні покриття розраховані на тривалий термін служби. Їх доцільно застосовувати при експлуатації важких вертольотів. Такі покриття влаштовують з бетону, залізо – і асфальтобетону. Враховуючи незначні розміри посадочних майданчиків, доцільно використовувати збірні покриття з попередньо напруженого і звичайного ненапруженого залізобетону. На заміну старих норм [108-112], які ще часто використовуються в проектних організаціях, були ви-

дані нові нормативні документи, які визначають вимоги до аеродромних плит [184–186]. Вимоги до арматурних та монтажностикових виробів для зеднання плит викладені в [187].

Полегшені покриття влаштовують з міцних кам'яних матеріалів підбраного складу, оброблених органічними в'язучими. В якості захисних шарів можна використовувати суміші з дрібного (дробленого) каменю, піску та бітуму.

Перехідні покриття будують з щебених, гравійних і місцевих (маломіцних) мінеральних матеріалів, оброблених в'язучими. Для цих покриттів обов'язково передбачають захисний шар. Полегшені і перехідні покриття при стадійному будівництві посадкових майданчиків в процесі їх реконструкції можуть використовуватися в якості штучних підстав для капітальних покриттів.

Тимчасові покриття можна влаштовувати зі сталі, легких сплавів і дерева. Їх збирають з плит або щитів, конструкція яких повинна допускати розбирання після використання на одному майданчику, перевезення і укладання на новому місці.

Монолітні цементобетонні покриття влаштовують одношаровими і, значно рідше, двошаровими. В останньому випадку у верхній шар укладають міцний бетон, а в нижній – менш міцний пісний бетон або піскобетон. У основі цементобетонних покриттів можна використовувати щебінь, гравій, піщано-гравійну суміш, шлак, пісок, а також ґрунти підстави, оброблені різними в'язучими. Для забезпечення вільного переміщення плит покриття при температурних змінах поверх підстави укладають розділові прошарку з бітуму, пергаміну, пластмасової плівки. При використанні в основі крупнозернистих матеріалів, не оброблених в'язучими (щебеню, гравію, дроблених металургійних шлаків) дренажні шари не влаштовують. Найбільш довговічними і стійкими при багаторазовому навантаженні вертольотами є бетонні покриття, укладені на міцну штучну основу, а також двошарові покриття. Останні виявляються економічно найбільш доцільними в разі використання в нижніх шарах місцевих матеріалів, в тому числі непридатних по міцності і морозостійкості для верхніх шарів (пісні бетони на місцевих заповнювачах, керамзито- і піскобетон марок 150-250). Застосування керамзито – і шлакобетону в основах істотно знижує інтенсивність промерзання підстилаючих ґрунтів і підвищує стійкість конструк-

ції в цілому. Вплив на бетон коливань температури, атмосферних опадів і навантажень від ваги вертольотів викликає необхідність застосовувати для верхнього шару покриттів бетон з високою механічною міцністю [188]. Згідно БН 120-70 необхідна міцність бетону верхнього шару покриття складає $R_{зг} = 45-50 \text{ кгс/см}^2$, $R_{зг} = 350-400 \text{ кгс/см}^2$. Мінімальну товщину плит монолітного бетону покриття приймають рівною 16 см. У зв'язку з недостатньою однорідністю ущільнення товстих шарів бетонної суміші, особливо при використанні засобів малої механізації, одношарові покриття роблять не товще 25-28 см. Тому, якщо за розрахунком товщина покриттів перевищує зазначені розміри, доцільно перейти до двошарової конструкції або використовувати попередньо напружені збірні плити типу ПАГ-18.

У плані монолітні цементобетонні покриття розділяють поперечними і поздовжніми температурними швами на окремі плити. Розміри плит встановлюють відповідно до температурних і ґрунтових умов об'єкта, прийнятою технологією і механізацією робіт. Для районів з континентальним кліматом і об'єктів з ґрунтами, схильними до здимання, розміри плит рекомендується приймати рівними 3,5×4 і 4×4 м. Температурні шви в бетонних покриттях влаштовують для забезпечення розширення, стиснення або короблення плит. Шви повинні забезпечувати горизонтальне переміщення плит відносно одна одної, не послабляти міцність і монолітність покриття і не створювати в ньому нерівності, бути водонепроникними, не погіршувати експлуатаційні якості покриття, бути простими в монтажі. Поперечні і поздовжні температурні шви поділяються на шви стиснення і розширення. Для покриттів посадочних майданчиків з монолітного цементобетону можна відмовитися від улаштування швів розширення, враховуючи незначні геометричні розміри майданчиків і обмежитися застосуванням швів стиснення, виконаних за типом наскрізних швів по контуру окремих плит. У районах із здимальними і просідаючими ґрунтами, доцільно застосовувати покриття з посилення по краях арматурними каркасами плит з наскрізними вертикальними швами. Для улаштування температурних швів поздовжні вертикальні грані плит змазують розрідженим або розігрітим бітумом шаром 1,0-1,5 мм.

Краї плит з наскрізними швами армують каркасами з арматури періодичного профілю згідно з рекомендаціями табл. 5.6. Ширина зони посилення крайових ділянок плит приймається рівною 0,8l, де

$l = 4 \sqrt[4]{\frac{B}{bC}}$ – пружна характеристика плити. Без стикових з'єднань

або посилення крайових ділянок допускається влаштування поздовжніх і поперечних швів в двошарових бетонних покриттях за умови їх несуміщення у верхньому і нижньому шарах. У поперечних температурних швах доцільно використовувати дощаті прокладки товщиною 20-25 мм.

Таблиця 5.6

Характеристики арматури для жорстких покриттів вертодромних покриттів

Товщина плит, см	Кількість стержнів арматури класу АП у верхній та нижній зонах перерізу плити	
	В наскрізних швах	В ложних швах
16-22	4Ø12	3Ø12
24-26	5Ø12	4Ø12

Збірні покриття із залізобетонних плит заводського виготовлення. Застосування збірних залізобетонних плит перетворює будівельний майданчик в монтажний, на якому збираються покриття з готових плит. У цьому випадку спрощується технологія влаштування покриттів в порівнянні з технологією улаштування монолітних покриттів, відпадає необхідність в організації на місці будівництва тимчасових будівель і споруд для приготування бетону, складування та переробки матеріалів, що дозволяє знизити вартість і трудомісткість робіт. Нарешті, скорочуються терміни будівництва, в тому числі взимку. Залізобетонні плити укладається на всі типи основ, зазначені вище для монолітних цементобетонних покриттів. У всіх випадках, за виключенням піщаних основ, укладають вирівнюючий прошарок товщиною 20-40 мм з піскоцементної суміші.

Для влаштування збірних покриттів рекомендується застосовувати плити, зазначені в табл. 5.7, у якій дано попередні рекомендації з вибору плити в залежності від розрахункового навантаження вертольота, які уточнюються після розрахунку міцності покриття.

Таблиця 5.7

Характеристики плит для жорстких збірних покриттів

Типи плит	Розміри, мм			Об'єм бетону, м ³	Маса, т	Марка бетону, кгс/см	Витрати арматури, кг			Несуча здатність (нормативне навантаження на одне колесо), тс
	Довжина	Ширина	Товщина				напруженої	ненапруженої	загальний	
ПАГ-14	6000	2000	140	1,68	4,2	300	73	72	145	10,0
ПАГ-14Т-1	6000	2000	140	1,68	4,2	300	73	72	145	10,0
ПАГ-14Т-2	6000	2000	140	1,68	4,2	300	64	72	136	10,0
ПАГ-18	6000	2000	180	2,16	5,4	300	87	92	179	18,0
ПАГ-18Т	6000	2000	180	2,16	5,4	300	87	92	179	18,0
ПДГ-2-6С	6000	2000	140	1,68	4,2	300	50	69	119	8,0
ПДГ-15-6С	6000	1500	140	1,26	3,2	300	39	56	95	8,0
ПД	3000	1500	180	0,81	2,0	300	–	–	–	8,0

Всі плити типу ПАГ і ПДГ армовані у поздовжньому напрямі двошаровою, попередньо напруженою арматурою з пруткової сталі періодичного профілю, а в поперечному напрямку - звичайною не-напруженою арматурою. Плити типу ПДГ армовані напруженою арматурою. На типові плити типу ПАГ є робоче креслення, затверджене Держбудом СРСР, а їх виробництво освоєно заводами залізобетонних виробів.

Полегшені та перехідні конструкції нежорстких покриттів. Типовими представниками полегшених і перехідних штучних покриттів майданчиків є конструкції, які реалізуються шляхом використання щебених і гравійних матеріалів, а також гравійно-піщаної суміші, оброблених органічними в'язучими (бітумами, дьогтями, бітумними емульсіями і т.д.). Обробку мінеральних матеріалів в'язучими рекомендується виконувати способами глибокого або полегшеного просочення, а також у пересувній установці.

Способом просочування влаштовують покриття з чистого однорідного по міцності щебеню, підібраного за фракціями. Монолітність таких покриттів забезпечується в'язучим і внутрішнім тертям розклинцьованого щебеню і цементуючою дією утворюється при ущільненні кам'яного пилу. Товщина щебених шарів призначається відповідно до розрахунку покриттів на міцність. У залежності від необхідної товщини щебених покриття можуть бути одно- або двошаровими. Глибоке (65-80 мм) або полегшене (40-60 мм) просочення органічним в'язучим надає щебеному покриттю стійкість при впливі колісних навантажень, водонепроникність і рівність. Просочення здійснюється шляхом розливу в'язучого на слабо прикатаний розсип щебеню однієї фракції. Його остаточний розподіл досягається при подальшому ущільненні катками. Загальна витрата в'язучого при такому способі становить 6-7 % від маси щебеню. Обов'язковим конструктивним елементом щебеного покриття є поверхнева обробка, яка запобігає зносу основного покриття і надає йому водонепроникність.

Щебених і гравійних покриття, влаштовані з бітумомінеральних сумішей, за способом змішування в пристрої, відрізняються більш рівномірним розподілом в'язучого, якого витрачається менше, ніж при просоченні. При цьому способі можна використовувати щебінку м'яких порід. Марку в'язучого призначають з урахуванням грану-

лометрії (крупності) мінеральних матеріалів і клімату району будівництва. Для цих цілей рекомендується застосовувати рідкі бітуми, що забезпечить більшу монолітність покриття при менших термінах формування. Чим більше в мінеральній суміші міститься великих часток щебеня або гравію і менше пиловатих частинок, тим більшою може бути в'язкість бітуму.

Полегшені конструкції, побудовані способом зміщення на місці або в установці при належній якості приготування і ущільнення суміші, за міцнісними й експлуатаційними характеристиками майже не поступаються асфальтобетонним і з успіхом можуть використовуватися при будівництві посадкових майданчиків вертольотів.

Тимчасові збірні і збірно-розбірні покриття влаштовують для короткострокової роботи авіації в періоди бездоріжжя. Улаштування таких покриттів слід передбачати, як правило, на майданчиках, призначених для короткочасного базування вертольотів. Вони застосовуються в тих випадках, коли будівництво покриттів інших типів неможливо через брак часу, обмежені строки використання майданчика, а також за відсутності необхідних будівельних матеріалів або належних погодних та природних умов. Тимчасові збірні і збірно-розбірні покриття можуть бути зібрані в короткі терміни, в будь-яких погодних умовах і при будь-якому стані верхніх шарів попередньо підготовленої ґрунтової основи. В якості тимчасових покриттів, в першу чергу, можуть застосовуватися металеві покриття, а також дерев'яні настили й щити. В даний час для забезпечення базування авіації на польових аеродромах під час бездоріжжя застосовують сталеві штамповані плити типу К-1 і К-1Д. На відміну від застосовувалися раніше перфорованих аеродромних плит плита К-1Д відрізняється підвищеною жорсткістю профілю, відсутністю перфорації, простотою і надійністю стику. Такі конструкції неперфорованих металевих плит можуть бути застосовані для збірно-розбірних покриттів площадок під середні і легкі вертольоти. Металеві покриття збирають з окремих плит, які з'єднують за допомогою стикових з'єднань різної конструкції. Металеві плити укладають, як правило, на сплановане і ретельно ущільнену ґрунтову підставу. Кращими є основи з супіщаних і суглинистих ґрунтів з дерновим покривом. Способи укладання металевих плит залежать від їх конструкції, розмірів і типів з'єднання між собою.

Покриття з дерев'яних щитів заводського виготовлення доцільно застосовувати в районах, багатих лісом, з розвиненою лісопереробною промисловістю, а також в районах, куди доставка інших матеріалів ускладнена. Дерев'яне покриття являє собою суцільний настил, що укладається на природню ґрунтову або штучну основу з шару піску 50-100 мм. Щити настилу влаштовують з дощок 50x100 (120) мм на ребро, що з'єднуються між собою цвяхами. Розміри щита застосовуються уніфікованими 1x2 або 1x3 м з вагою в межах до 100-150 кгс. Щити при укладанні розташовують в плані зі зміщенням на півплити і скріплюють між собою нагелями чи іншими засобами, які передбачені проектом. Для підвищення опору деревини шкідливим впливам атмосфери та ґрунтових факторів її обробляють антисептиком, наприклад, просочують креозотом. Для виготовлення щитів використовується деревина різних порід, яка відповідає технічним вимогам. Покриття з дерев'яних щитів рекомендуються під середні та легкі вертольоти.

У випадках влаштування тимчасових посадкових площадок на ділянках зі слабкими ґрунтами можна влаштовувати настил із колод діаметром не менше 180 мм, міцно скріплених між собою, причому колоди верхнього накату повинні укладатися впоперек поздовжньої осі вертольота. Настил для важких вертольотів влаштовується не менш ніж у два накати, а для середніх вертольотів – в один накат.

Для базування вертольотів не виключена можливість використання в зимовий час в якості тимчасових посадкових майданчиків крижаного покриву озер і річок. Для цих цілей підбирають ділянки замерзлої водної акваторії з льодом достатньої товщини, що забезпечує необхідну несучу спроможність крижаного покриття, а також з рівною поверхнею без тріщин, ополонки і полою. Потрібну товщину льоду для прісноводного водоймища слід розраховувати за формулами:

при середній температурі повітря нижче -10°C :

$$H = 16\sqrt{G} \text{ – для вертольотів на колесах;}$$

$$H = 12\sqrt{G} \text{ – для вертольотів на полозах;}$$

при середній температурі повітря від -10 до 0°C :

$$H = 22\sqrt{G} \text{ – для вертольотів на колесах;}$$

$$H = 17\sqrt{G} \text{ – для вертольотів на полозах,}$$

де H – потрібна товщина льоду, см; G – максимальна злітна маса вертольоту, тс.

Можливе посилення існуючого льодяного покритву шляхом шарового замороження льоду водою, при цьому товщина нарощуваного шару не повинна перевищувати половини товщини природного льоду.

Вибір ділянки. Місце для будівництва посадкового майданчика, як правило, вибирається шляхом наземних вишукувань. У разі неможливості вибору елементів ділянки методом наземних вишукувань, відбирають його у польоті з повітря.

Для будівництва посадкового майданчика вибирають земельну ділянку, що відповідає таким вимогам: не затоплюється паводковими і зливовими водами; на прилеглий до ділянки місцевості не повинні знаходитися будь-які перешкоди, що обмежують сектор зльоту і посадки більш ніж на 90 градусів; лінії електропередач, залізні дороги, газо- і нафтопроводи, житлові будівлі та інші перешкоди повинні знаходитися від торців посадкової площадки на віддаленні, передбаченим нормативною документацією, відповідно до положення площин обмеження перешкод; наявність надійних під'їзних шляхів; наявність додаткової земельної ділянки для обладнання вантажного майданчика при плануванні виконання перевезень вантажу на зовнішній підвісці.

Смуги безпеки посадкових майданчиків повинні бути підготовлені таким чином, щоб звести до мінімального ризик пошкодження несучого гвинта (НГ) при можливому викочуванні з робочої площі майданчика, обладнані пристроями систем знепилювання й додатковими маркувальними знаками.

Допускається розміщення робочої площі в будь-якому місці посадочної площадки при дотриманні розмірів смуг безпеки. Робоча площа ґрунтової посадочної площадки повинна мати міцність поверхні: для вертольотів класу 2, 3, 4 – не менше 6 кг/см^2 ; для вертольотів класу 1 – не менше 7 кг/см^2 . При меншій міцності посадка з вимкненням двигунів неможлива. Розвантаження і навантаження проводиться без скидання «крок-газу» відповідно до рекомендацій «Керівництва з льотної експлуатації» (КЛЕ).

При організації тимчасових майданчиків на льодовій поверхні прісних водойм товщина льоду повинна відповідати: 1) при G ме-

ніше 10,0 т – 0,46 м при $t_{\text{нс}} = -10^{\circ}\text{C}$ і нижче; 2) при G менше 40,0 т – 0,57 м при $t_{\text{нс}} = -10^{\circ}\text{C}$ і нижче; 3) при G менше 10,0 т – 0,64 м при $t_{\text{нс}} = +0^{\circ}\text{C}$ і нижче; 4) при G менше 40,0 т – 0,80 м при $t_{\text{нс}} = +0^{\circ}\text{C}$ і нижче.

Повітряні високовольтні лінії електропередачі (ЛЕП), розташовані в межах зони обмежень перешкод, крім обмежень по висоті повинні бути віддалені від меж льотного поля посадкової площадки не менше ніж на 1,0 км; і на 0,5 км, якщо ЛЕП, що перетинає площину обмеження перешкод, з боку майданчики закрита затінюючими об'єктами, які не перетинають площини обмеження перешкод. Відстань від бічної межі льотного поля до ЛЕП повинні бути не менше 0,3 км, і 0,12 км, якщо ЛЕП закрита перешкодами на всьому протязі.

Дані вертодрому. Географічні координати позначають ширину і довготу, визначаються і повідомляються повноважному органу служб аеронавігаційної інформації. Ступінь точності польової зйомки є такою, що відхилення результатів експлуатаційних навігаційних даних для етапів польотів стосовно до відповідної системи відліку не перевищують зазначених нижче величин: а) суттєві перешкоди на вертодромі і в його околицях і місце розташування радіонавігаційних засобів, розташованих на вертодромі; б) геометричний центр зони приземлення і відриву, пороги зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (при необхідності) – 1 м; в) точки осьової лінії наземної рульової доріжки (РД) для вертольотів, РД для руління по повітрю і маршруту для пересування по повітрю, а також місць стоянки для вертольотів – 0,5 м; г) контрольна точка вертодрому – 30 м.

Контрольна точка вертодрому встановлюється для вертодрому, не поєданого з аеродромом. У випадку, якщо вертодром поєднаний з аеродромом, встановлена контрольна точка аеродрому є однаковою як для аеродрому, так і для вертодрому. Контрольна точка вертодрому розташовується поблизу початкового або запланованого центру вертодрому і, як правило, її початкове місце розташування залишається незмінним. Розташування контрольної точки вертодрому вимірюється і повідомляється повноважному органу служби аеронавігаційної інформації в градусах, хвилинах, секундах.

Перевищення вертодрому вимірюється і повідомляється повноважному органу служби аеронавігаційної інформації з точністю до

найближчого метра або фути. Для вертодрому, призначеного для повітряних суден міжнародної цивільної авіації, перевищення зони приземлення і відриву та/або перевищення кожного порога зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (при необхідності) вимірюється і повідомляється повноважному органу служби аеронавігаційної інформації з точністю до найближчого метра або фути.

Розміри вертодрому і пов'язана з цим інформація. Для кожної споруди на вертодромі відповідно заміряються або описуються наступні дані: а) тип вертодрому: розташований на рівні поверхні, піднятий над поверхнею або вертопалуба, б) зона приземлення і відриву: розміри, ухил, тип поверхні несуча здатність у тоннах (1000 кг); в) тип зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту: тип FATO, істинний пеленг, що позначає номер (якщо передбачається), довжина, ширина, ухил, тип поверхні; г) зона безпеки: довжина, ширина і тип поверхні; д) наземна руліжна доріжка для вертольотів, РД для руління по повітрю і маршрут для пересування по повітрю, позначення, ширина, тип поверхні; е) перон: тип поверхні, стоянки вертольотів; ж) смуга, вільна від перешкод: довжина, профіль земної поверхні; з) візуальні засоби для схем заходу на посадку, маркування і вогні FATO, TLOF, руліжних доріжок і перонів.

Географічні координати геометричного центру зони приземлення і відриву і/або кожного порога зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (при необхідності) вимірюються і повідомляються повноважному органу служби аеронавігаційної інформації в градусах, хвилинах, секундах і сотих долях секунди. Географічні координати точок відповідної осьової лінії наземної РД для вертольотів, РД для переміщення по повітрю і маршруту для пересування по повітрю вимірюються і повідомляються повноважному органу служби аеронавігаційної інформації в градусах, хвилинах, секундах і сотих долях секунди. Географічні координати кожного місця стоянки для вертольотів вимірюються і повідомляються повноважному органу служби аеронавігаційної інформації в градусах, хвилинах, секундах і сотих долях секунди. Географічні координати істотних перешкод на вертодромі або в його околицях вимірюються і повідомляються повноважному органу служби аеронавігаційної інформації в градусах, хвилинах, секундах і десятих долях секунди. Крім того, повноважному органу служби аеронавігаційної інфор-

мації повідомляється значення максимального перевищення, округлене до найближчого цілого числа метрів або футів, тип, маркування та світлоогородження (якщо такі є) суттєвих перешкод.

Оголошені дистанції. Для вертодрому оголошуються у відповідних випадках наступні дистанції: а) злітна дистанція, б) дистанція перерваного зльоту, в) посадкова дистанція.

5.6. Приватні вертолітні майданчики

Вертолітний і літаковий транспорт в сьогоднішні дні розвинений ще недостатньо, однак обсяг перевезень постійно зростає. Тому питання будівництва приватних аеродромів і, відповідно, смуг і майданчиків для приземлення і зльоту повітряного транспорту, встає перед будівельниками все частіше.

Небо тепер відкрито для малих вертольотів, їм не потрібно запитувати дозволу на зліт і популярність їх зростає внаслідок цього. Будівництво свого приватного аеродрому, нехай і не дуже великого – реальне завдання, доступне для все більшої кількості забезпечених людей, землевласників. Актуальним є також будівництво ангару для приватного літака або вертольота. Такий ангар слід зводити в безпосередній близькості від злітно-посадкової смуги (ЗПС), виконавши попередньо всі вишукування та узгодження по проекту.

Першим кроком у будівництві злітно-посадкової смуги або вертолітного майданчика є вибір місця. Бажано, щоб воно було зручно і практично розташоване. Хоча зручність і є одним з найважливіших факторів, вона не повинна диктувати вибір місця. Бажано не розміщувати смугу близько до житлових зон. Над житловими районами особовому авіатранспорту літати не можна. Повинно бути передбачено сполучення з транспортними лініями (дорогами) – це один з основних критеріїв для вибору місця. У разі будівництва злітно-посадкової смуги, необхідно також враховувати пануючий напрямок вітру.

Кілька злітно-посадкових смуг не повинні перетинатися, вони можуть лише сполучатися за допомогою невеликих доріг для наземного транспорту. Але для будівництва приватного майданчика це правило може і не бути актуальним.

Обрана місцевість повинна бути достатньо плоскою і великий для розміщення не тільки майданчики або смуги, але і невеликих будівель поблизу приватного аеродрому. Земля повинна мати природний дренаж для забезпечення відтоку зайвої води.

Авіаційні роботи експлуатант виконує для «Замовника» в порядку, у строки, в обсязі та на умовах, передбачених договором. Договором на виконання авіаційних робіт так само передбачається:

- порядок використання і підтримки в експлуатаційному стані посадкових майданчиків та їх обладнання;
- створення необхідних житлово-побутових умов для відпочинку членів екіпажу вертольотів;
- інші умови забезпечення та виконання авіаційних робіт, виходячи з їхніх особливостей.

Ці Правила [205, 206] передбачають порядок взаємодії посадових осіб замовника і експлуатанта в частині будівництва посадкових майданчиків, їх обладнання, приймання для експлуатації і підтримки придатності їх у період польотів вертольотів. Посадові особи замовника і експлуатанта, що залучені до авіаційних роботах, зобов'язані знати і виконувати вимоги цих Правил та основних нормативних документів у галузі цивільної авіації з питань організації та забезпечення авіаційних робіт.

На кожен вертодром (посадочний майданчик) в установленому уповноваженим органом у галузі цивільної авіації порядку складаються правила та інструкція з виконання польотів.

Відомості про діючі та новозбудовані вертодроми, постійні посадкові майданчики регіонального значення експлуатантом вносяться до Керівництва з виробництва польотів (КВП). Зміни, доповнення станом вертодромів, посадкових майданчиків регіонального значення, їх обладнання і наявності перешкод у смузі обмежень вносяться експлуатантом до «Інструкції з виконання польотів у районі посадкового майданчика (вертодрому)» після затвердження керівником територіального уповноваженого органу в галузі цивільної авіації.

Тимчасові посадочні майданчики реєструються експлуатантом. Про наявність та стан тимчасових посадкових майданчиків експлуатант інформує територіальний уповноважений орган у сфері циві-

льної управління двічі на рік, після проведення міжсезонної підготовки.

Власники вертодромів і посадочних майданчиків зобов'язані утримувати їх в експлуатаційному стані в період виконання польотів. Права, обов'язки та відповідальність сторін у частині підтримки експлуатаційного стану вертодромів (посадочних майданчиків) і порядок їх використання передбачається договорами на виконання авіаційних робіт.

Інформацію про невідповідність посадочної площадки встановленим правилам, командир (перевіряючий) вертольота передає каналами зв'язку диспетчеру служби УВС, інформує замовника і записує в журнал «Обліку посадкових майданчиків» (по прильоту). Диспетчер служби УВС, отримавши інформацію про невідповідність встановленим вимогам майданчика, сповіщає всі екіпажі вертольотів, що прямують на даний майданчик.

Командно-льотний і командно-керівний склад експлуатанта, фахівці територіальних органів, у межах своєї компетенції здійснюють періодичний контроль за технічним станом вертодромів і посадочних майданчиків.

Використовуються такі поняття:

– *Бічні (кінцеві) смуги безпеки* – бічні ділянки (кінцеві ділянки) посадочної площадки, що примикають до периметру робочої частини. Призначені для підвищення рівня безпеки при можливих виконання вертольотів за межі робочої площі під час зльоту і посадки.

– *Вертодром* – ділянка землі або певна ділянка поверхні споруди, призначена повністю або частково для зльоту, посадки, руління і стоянки вертольотів.

– *Вертодром на рівні поверхні*. Вертодром, розташований на земній або водній поверхні.

– *Вертодром, піднятий над поверхнею*. Вертодром, на піднятій над землею конструкції.

– *Вертопалуба*. Вертодром, розташований на плаваючій або нерухомій конструкції у відкритому морі.

– *Тимчасовий посадковий майданчик* – посадочний майданчик (грунтовий або зі штучним покриттям), з спрощеним маркуванням

для виконання регулярних польотів вдень і вночі (за наявності нічного маркування) терміном до одного року.

– *Вантажний майданчик* – спеціально підготовлена ділянка місцевості, що забезпечує безпечне маневрування повітряного судна (ПС) при зачепленні (відчепленні) вантажів, що транспортуються на зовнішній підвісці. Особливості виконання польотів і способи зачеплення (відчеплення) вантажів на вантажній площадці вказуються в Інструкції з виконання польотів у районі посадкового майданчика (вертодрому).

– *Зона безпеки* – певна зона вертодрому навколо зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (FATO), вільна від перешкод, крім перешкод, необхідних для потреб аеронавігації, і призначена для зменшення небезпеки пошкодження вертольотів у разі ненавмисного виходу за межі FATO.

– *Зона кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (FATO)* – встановлена зона, над якою виконується кінцевий етап маневру заходу на посадку до режиму висіння або посадка і з якої починається маневр зльоту. У тих випадках, коли FATO повинна використовуватися вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 1, ця встановлена зона включає передбачувану зону перерваного зльоту.

– *Зона приземлення і відриву (TLOF)* – ділянка, на якій вертоліт може виконувати приземлення або відрив.

– *Маршрут для пересування по повітрю* – встановлена траєкторія на поверхні, призначена для пересування по повітрю.

– *Місце стоянки вертольота* – місце стоянки повітряного судна, яке призначене для стоянки вертольота і, якщо передбачено виконання руління по повітрю, для приземлення і відриву вертольота.

– *Наземна РД для вертольотів* – наземна РД, призначена для використання тільки вертольотами.

– *Оголошені дистанції для вертодромів: злітна дистанція (TODAN)* – довжина кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту плюс довжина злітної смуги, вільної від перешкод (якщо вона передбачається), яка оголошується наявною і придатною для завершення зльоту вертольотами; *наявна дистанція перерваного зльоту (RTODAN)* – довжина зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту, яка оголошується наявною і придатною для завершення пе-

перваного зльоту вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 1; *наявна посадкова дистанція (LDAH)* – довжина зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту плюс будь-яка додаткова зона, яка оголошується придатною для завершення вертольотами маневру посадки з встановленою висоти.

– *Гелікоптер з льотно-технічними характеристиками класу 1.* Вертоліт з такими льотно-технічними характеристиками, що у разі відмови критичної силової установки він може виконати посадку в зоні перваного зльоту або безпечно продовжити політ до відповідної зони приземлення, залежно від того, коли відбулася відмова.

– *Гелікоптер з льотно-технічними характеристиками класу 2.* Вертоліт з такими льотно-технічними характеристиками, що у разі відмови критичної силової установки він може безпечно продовжувати політ, за винятком тих випадків, коли відмова має місце до досягнення характерної точки після зльоту або після характерної точки до посадки, коли може знадобитися виконання вимушеної посадки.

– *Гелікоптер з льотно-технічними характеристиками класу 3.* Вертоліт з такими льотно-технічними характеристиками, що у разі відмови силової установки в будь-якій точці на траєкторії польоту повинен виконувати вимушену посадку.

– *Площини обмеження перешкод* – умовні площини в повітряному просторі, що обмежують мінімальну безпечну висоту прольоту над перешкодами в зоні маневрування повітряного судна (ПС) при зльоті та посадці.

– *Смуга, вільна від перешкод для вертольотів* - певна ділянка на землі або на воді, що знаходиться під контролем відповідного повноважного органу, обрана і/або підготовлена в якості придатної ділянки, над якою вертоліт з льотно-технічними характеристиками класу 1 може виконати розгін і досягти певної висоти.

– *Смуги повітряних підходів* – частина місцевості, що примикає до кордонів посадочної площадки, розташована у напрямку зльоту (посадки), над якою проводиться набір висоти при зльоті і зниженні при посадці. Смуги повітряних підходів утворені умовними площинами обмеження перешкод.

– *Посадочний майданчик тривалого використання* – посадочний майданчик з штучним покриттям, нанесено нічне і денне мар-

кування для виконання регулярних і епізодичних польотів строком більше одного року.

– *Посадочний майданчик регіонального значення* – посадочний майданчик, підготовлений і утримуваний в експлуатаційному стані з метою виконання польотів для перевезення пасажирів, багажу, польотів за санітарним завданням та інших польотів з обслуговування населення і перебуває під контролем органів місцевого самоврядування (адміністрацій) населених пунктів.

– *Посадковий майданчик* – ділянка землі, льоду, поверхні води, поверхні споруди, в тому числі поверхні плавучої споруди, призначена для зльоту, посадки або для зльоту, посадки, руління і стоянки повітряних суден.

– *Перешкоди* – природні та штучні елементи рельєфу, що знаходяться на місцевості прилеглий до посадкової площі, які за своєю висотою і розташуванням можуть загрожувати безпеці польотів.

– *Робоча площа* – частина посадкового майданчика, що несе основне навантаження з розвантаження і завантаження вертольота під час перевезення пасажирів та вантажу усередині фіюзеляжу. Розміри робочого майданчика повинні бути у відповідності до Керівництва з льотної експлуатації вертольота з найбільшою злітною масою, використання якого планується на даному майданчику.

– *РД для переміщення по повітрю* – встановлена траєкторія на поверхні, призначена для руління вертольота по повітрю.

Вибір ділянки. Місце для будівництва посадкового майданчика, як правило, вибирається шляхом наземних вишукувань. У разі неможливості вибору елементів ділянки методом наземних вишукувань, вибирають його в польоті з повітря.

Для будівництва посадкового майданчика вибирається земельна ділянка, що відповідає таким вимогам:

- не затоплюється паводковими і зливовими водами;
- на прилеглий до ділянки місцевості не повинні знаходитися будь-які перешкоди, що обмежують сектор зльоту і посадки більш ніж на 90 градусів;
- лінії електропередач, залізниці, газо- і нафтопроводи, житлові будівлі та інші перешкоди повинні знаходитися від торців посадкової площадки на видаленні, передбаченим нормативною документацією, відповідно до положення площин обмеження перешкод;

- наявність надійних під'їзних шляхів;
- наявність додаткової земельної ділянки для обладнання вантажного майданчика при плануванні виконання перевезень вантажу на зовнішній підвісці.

Розміри елементів посадочних майданчиків та смуг повітряних підходів.

Мінімальні розміри елементів посадкових майданчиків встановлюються залежно від габаритів і максимальної злітної маси вертольота і наведені в табл. 3.2.

Смуги безпеки посадкових майданчиків повинні бути підготовлені таким чином, щоб звести до мінімального ризик пошкодження несучого гвінта (НГ) при можливому викочуванні з робочої площі майданчика, обладнані пристроями систем знепилювання й додатковими маркувальними знаками.

Допускається розміщення робочої площі в будь-якому місці посадочної площадки при дотриманні розмірів смуг безпеки.

Коли вертодром поєднаний з аеродромом, встановлена контрольна точка аеродрому є такою як для аеродрому, так і для вертодрому. Контрольна точка вертодрому розташовується поблизу початкового або запланованого центру вертодрому, і, як правило, її початкове місце розташування залишається незмінним. Розташування контрольної точки вертодрому вимірюється і повідомляється повноважному органу служби аеронавігаційної інформації в градусах, хвилинах, секундах.

Перевищення вертодрому вимірюється і повідомляється повноважному органу служби аеронавігаційної інформації з точністю до найближчого метра або фуґа. Для вертодрому, призначеного для повітряних суден міжнародної цивільної авіації, перевищення зони приземлення і відриву та/або перевищення кожного порога зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (при необхідності) вимірюється і повідомляється повноважному органу служби аеронавігаційної інформації з точністю до найближчого метра або фуґи.

Розміри вертодрому. Для кожної споруди на вертодромі відповідно заміряються або описуються наступні дані:

- тип вертодрому: розташований на рівні поверхні, піднятий над поверхнею або вертопалубою;

– зона приземлення і відриву: розміри, ухил, тип поверхні несуча здатність у тоннах (1000 кг);

– тип зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту: тип FATO, істинний пеленг, що позначає номер (якщо передбачається), довжина, ширина, ухил, тип поверхні;

– зона безпеки: довжина, ширина і тип поверхні;

– наземна РД для вертольотів, РД для руління по повітрю і маршрут для пересування по повітрю, позначення, ширина, тип поверхні;

– перон: тип поверхні, стоянки вертольотів;

– смуга, вільна від перешкод: довжина, профіль земної поверхні; і візуальні засоби для схем заходу на посадку, маркування і вогні FATO, TLOF, РД і перонів.

Фізичні характеристики. Вертодроми на рівні поверхні. Нижчеприведені технічні вимоги стосуються вертодромів на рівні поверхні (за винятком конкретно зазначених випадків).

Зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту. На вертодромі на рівні поверхні передбачається принаймні одна зона кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (FATO). Зона FATO може бути розташована на льотній або стерновій смузі або поблизу них.

Розміри зони FATO встановлюються:

– для вертодрому, призначеного для використання вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 1, згідно з вимогами Керівництва з льотної експлуатації вертольота, однак якщо відсутні технічні вимоги до ширини, то ширина становить не менше 1,5 габаритної довжини / ширини вертольота, залежно від того, яка величина більше, найдовшого / широкого вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром;

– для вертодрому на воді, призначеного для використання вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 1, збільшуються на 10%;

– для вертодрому, призначеного для використання вертольотами з льотно-технічними характеристиками класів 2 і 3, достатніх розмірів і конфігурації, щоб включити зону, в межах якої можна помістити коло діаметром не менше 1,5 габаритної довжини / ширини вертольота, залежно від того, яка величина більше, найдов-

шого / широкого вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром;

– для вертодрому на воді, призначеного для використання вертольотами з льотно-технічними характеристиками класів 2 і 3, достатніх розмірів, щоб включити зону, в межах якої можна помістити коло діаметром не менше подвійної довжини / ширини вертольота, залежно від того, яка величина більше, найдовшого / широкого вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром. При визначенні розмірів зони ФАТО, можливо, буде потрібно враховувати такі місцеві умови, як перевищення і температура.

Загальний ухил зони ФАТО в будь-якому напрямку становить не більше 3 %. Місцевий ухил будь-якій частині зони ФАТО не перевищує:

– 5 %, якщо вертодром призначений для використання вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 1;

– 7 %, якщо вертодром призначений для використання вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 2 і 3.

Поверхня зони ФАТО:

– витримує вплив струменя несучого гвинта;

– не має нерівностей, які могли б негативно вплинути на виконання зльоту і посадки вертольотів;

– має несучу міцність, достатню для виконання перерваного зльоту вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 1. Зона ФАТО повинна забезпечувати вплив землі.

Смуги, вільні від перешкод, для вертольотів. У міру необхідності для вертольотів передбачаються вільні від перешкод смуги, які розміщуються за навітряним кінцем зони перерваного зльоту. Ширина смуги, вільної від перешкод, для вертольотів не повинна бути менше ширини відповідної зони безпеки. Поверхня вертолітної смуги, вільної від перешкод, не повинна виступати над площиною, ухил якої дорівнює 3%, а її нижня межа являє собою горизонтальну лінію, що проходить через кордон зони ФАТО. Об'єкт, розташований на вертолітній смузі, вільній від перешкод, і представляє потенційну загрозу для безпеки вертольотів у повітрі, слід розглядати як перешкоду і усувати.

Зони приземлення і відриву. На вертодромі передбачається принаймні одна зона приземлення і відриву. Зона приземлення і відриву може розташовуватися в межах зони FATO або поза нею. Зона приземлення і відриву (TLOF) має достатні розміри, щоб вмістити коло діаметром 1,5 довжини або ширини бази шасі (залежно від того, що більше) найбільшого вертольота, для обслуговування якого розрахована дана зона. Зона приземлення і відриву може бути будь-якої конфігурації.

Ухили зони приземлення і відриву встановлюються достатніми для запобігання скупчення води на поверхні зони, але не перевищує 2% в будь-якому напрямку. Зона приземлення і відриву повинна витримувати навантаження, що створюється вертольотами, для обслуговування яких розрахована дана зона.

Зони безпеки. Навколо зони FATO розташовується зона безпеки.

Зона безпеки, ззовні зони FATO, призначена для використання у візуальних метеорологічних умовах (ВМУ), простягається за межі контуру зони FATO принаймні на 3 м або на 0,25 габаритної довжини / ширини вертольота, залежно від того, яка величина більше, найбільш довгого / широкого вертольота, для обслуговування якого розрахована дана зона. Розміри зони безпеки в обох напрямках становлять (рис. 5.1):

– у поперечному напрямку принаймні на 45 м з кожного боку осьової лінії;

– в поздовжньому напрямку принаймні на 60 м від меж зони FATO.

У зоні безпеки не допускається наявність будь-яких нерухомих об'єктів, за винятком ламких об'єктів, які в силу їх функціонального призначення повинні розташовуватися в цій зоні. Під час польотів вертольотів не допускається наявність рухливих об'єктів у зоні безпеки.

Об'єкти, які в силу їх функціонального призначення необхідно розміщувати в зоні безпеки, не перевищують за висотою 25 см, якщо вони розташовуються уздовж кордону зони FATO, і не виходять за межі площини, що бере початок на висоті 25 см над межею зони FATO і площини в бік від зони FATO з градієнтом 5 %. Ухил поверхні зони безпеки в напрямку від межі зони FATO не перевищує 4 %.

Передбачається прибирання поверхні зони безпеки з метою запобігання розносу твердих предметів під впливами струменя несучого гвинта.

Поверхня зони безпеки всередині якої знаходиться зона ФАТО, є продовженням поверхні зони ФАТО і здатна витримати без структурних ушкоджень навантаження, створювані вертольотами, для обслуговування яких призначений даний вертодром.

Наземні руліжні доріжки для вертольотів. Наземні руліжні доріжки для вертольотів повинні дозволяти здійснювати рух вертольота на колесах по землі за рахунок його власної тяги. Технічні вимоги до РД, боковим смугам безпеки РД і стернових смуг, включені в том II Додатка 14 [35], однаковою мірою застосовні до вертодрому із зазначеними нижче змінами. Коли РД призначена для використання літаками і вертольотами, розглядаються положення, що стосуються РД і наземних РД для вертольотів, і застосовуються більш жорсткі вимоги.

Ширина наземної РД для вертольотів встановлюються щонайменше:

- до 4,5 м, але не включаючи 4,5 м та 7,5 м;
- від 4,5 м до 6 м, але не включаючи 6 м та 10,5 м;
- від 6 м до 10 м, але не включаючи 10 м та 15 м;
- від 10 м і більше 20 м.

Мінімальні безпечні відстані між наземною РД для вертольотів та іншою наземною РД для вертольотів, або РД для переміщення по повітрю, або об'єктом, або стоянкою вертольота встановлюються не менше зазначених у таблиці 3.1 відповідних величин.

Поздовжній ухил наземної руліжної доріжки для вертольотів не перевищує 3 %.

Наземна РД для вертольотів повинна бути здатною витримувати навантаження від руху вертольотів, для обслуговування яких розрахована дана наземна РД для вертольотів. Наземна РД для вертольотів повинна забезпечуватися бічними смугами безпеки, розташованими симетрично з кожного боку наземної РД для вертольотів, шириною не менше половини найбільшою габаритної ширини вертольотів, для обслуговування яких розрахована дана наземна РД. Наземна РД для вертольотів і її бічні смуги безпеки забезпечують швидкий дренаж, але поперечний ухил наземної РД для верто-

льотів не перевищує 2 %. Поверхня бічної смуги безпеки наземної РД для вертольотів повинна бути підготовлена таким чином, щоб протистояти впливу струменя несучого гвинта.

РД для переміщення по повітрю. РД для переміщення по повітрю призначена для здійснення руху вертольота над поверхнею на висоті, як правило, пов'язаній з впливом землі і з шляховою швидкістю менше 37 км/год (20 вуз). Ширина РД для переміщення по повітрю дорівнює щонайменше подвійній найбільшій габаритній ширині вертольота, для обслуговування яких розрахована дана РД.

Поверхня РД для переміщення по повітрю:

- протистоїть впливу струменя несучого гвинта;
- придатна для виконання аварійної посадки.

Поверхня РД для переміщення по повітрю повинна забезпечувати вплив землі. Поперечний ухил поверхні РД для переміщення по повітрю не перевищує 10 %, а поздовжній ухил не повинен перевищувати 7 %. У будь-якому випадку розміри ухилів не перевищують обмежень щодо ухилу, встановлених для посадки того типу вертольота, для обслуговування якого розрахована дана РД для переміщення по повітрю.

Мінімальні безпечні відстані між РД для переміщення по повітрю та іншої РД для переміщення по повітрю або наземної РД для вертольотів, або об'єктом, або стоянкою вертольота встановлюються не менше зазначених у табл. 3.1 відповідних величин.

Маршрут переміщення по повітрю призначений для здійснення руху вертольота над поверхнею, як правило, на висоті не вище 30 м (100 фут) над рівнем землі і з шляховою швидкістю, що перевищує 37 км/год (20 вуз).

Ширина маршруту переміщення по повітрю становить не менше:

- 7,0 *RD*, коли маршрут переміщення по повітрю призначений тільки для денних польотів;
- 10,0 *RD*, коли маршрут переміщення по повітрю призначено для нічних польотів, де *RD* являє собою діаметр найбільшого несучого гвинта вертольотів, для обслуговування яких розрахований маршрут переміщення по повітрю.

Будь-які відхилення в напрямку осьової лінії маршруту переміщення по повітрю не перевищують 120 м і розраховуються таким чином, щоб не створювати необхідність виконувати розворот з радіусом менше 270 м. Передбачається, що маршрути переміщення

по повітрю вибираються таким чином, щоб вони дозволяли виконувати посадку в режимі авторотації або з одним непрацюючим двигуном з таким розрахунком, щоб, як мінімум, зменшити ризик нанесення тілесних ушкоджень особам, які знаходяться на землі чи у воді, або шкоди майну.

Перони. Ухил місця стоянки вертольота в будь-яку сторону не перевищує 2 %.

Мінімальна дозволена відстань між вертольотом на стоянці і будь-яким об'єктом або повітряним судном на іншому місці стоянки становить не менше половини найбільшої габаритної ширини вертольота, для обслуговування якого розраховано дане місце стоянки.

Місце стоянки вертольота має розміри, достатні, щоб помістити коло діаметром рівним принаймні найбільшому габаритному розміру найбільшого вертольота, для обслуговування якого планується використовувати цю стоянку.

Розміщення зони кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту щодо ЗПС або РД

У тих випадках, коли зона FATO розміщена біля ЗПС або РД і плануються одночасні польоти в умовах ВМУ, відстань між межею ЗПС або РД і межею зони FATO встановлюється не менше зазначеної в таблиці 5.2 відповідної величини. Зону FATO не слід розміщувати:

- поблизу пересікання РД або місць очікування, де реактивний струмінь двигуна може викликати сильну турбулентність;
- поблизу зон, де існує ймовірність утворення вихрового сліду літака.

Вертодроми, підняті над поверхнею. **Зона кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту і зона приземлення і відриву.** Передбачається, що для вертодромів, піднятих над поверхнею, зони FATO і зони приземлення і відриву співпадають.

На вертодромі, піднятому над поверхнею, передбачається принаймні одна зона FATO. Розміри зони FATO:

- для вертодромів, призначених для використання вертольотами з льотно-технічними характеристиками класу 1, які наводяться в Керівництві з льотної експлуатації вертольота, за винятком того

випадку, в якому відсутні технічні вимоги до ширини, яка становить не менше 1,5 габаритної довжини / ширини вертольота, залежно від того, яка величина більше, найдовшого / широкого вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром;

– для вертодромів, призначених для використання вертольотів з льотно-технічними характеристиками класу 2, достатніх розмірів і конфігурації, щоб включити зону, в межах якої можна помістити коло діаметром не менше 1,5 габаритної довжини / ширини, залежно від того, яка величина більше, найдовшого / широкого вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром.

Вимоги до похилу для вертодромів, піднятих над поверхнею, повинні відповідати вимогам, що відносяться до вертодрому на рівні поверхні. Поверхня зони ФАТО повинна витримувати рух вертольотів, для обслуговування яких розрахований даний вертодром. При проектуванні приймаються до уваги додаткові навантаження внаслідок наявності на ній персоналу, снігу, вантажу, обладнання для заправки паливом і боротьби з пожежами і т.д.

Зона безпеки. Навколо зони ФАТО розташовується зона безпеки. Протяжність зони безпеки за межами зони ФАТО становить принаймні 3 м або 0,25 габаритної довжини/ширини залежно від того, яка величина більше, найдовшого/широкого вертольота, який передбачається використовувати на вертодромі, піднятому над поверхнею. У зоні безпеки не допускається наявність будь-яких нерухомих об'єктів, за винятком ламких об'єктів, які в силу їх функціонального призначення повинні розташовуватися в цій зоні. Під час польотів вертольотів не допускається наявність рухомих об'єктів у зоні безпеки.

Об'єкти, функціональне призначення яких вимагає розміщення їх в зоні безпеки, не перевищують 250 мм при розташуванні уздовж кордону ФАТО і не проникають в площину, що бере початок на висоті 250 мм над кордоном ФАТО і висхідну площину вбік від зони ФАТО з градієнтом нахилу 5 %. Ухил поверхні зони безпеки у бік від кордону ФАТО не перевищує 4 %. Поверхня зони безпеки, що примикає до зони ФАТО, становить продовження зони ФАТО і здатна без пошкодження конструкцій витримувати вертольоти, для обслуговування яких призначений даний вертодром.

Вертопалуби. Наведені нижче технічні вимоги відносяться до вертопалуб, розташованих на спорудах, які використовуються для таких цілей, як розробка корисних копалин, проведення вишукувань, будівництво споруд.

Зона кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту і зона приземлення і відриву.

На вертопалубі передбачається принаймні одна зона FATO. Зона FATO може мати будь-яку конфігурацію, але для польотів вертольотів з одним несучим гвинтом або вертольотів поперечної схеми з двома несучими гвинтами вона повинна мати достатні розміри, щоб включити зону, в межах якої можна помістити коло діаметром не менше $1,0 D$ найбільшого вертольота, для обслуговування якого розрахована дана вертопалуба, де D – найбільший розмір даного вертольота з обертовими гвинтами.

У тих випадках, коли передбачається виконання посадок з різних напрямків двогвинтових вертольотів поздовжньої схеми, зона FATO повинна мати достатні розміри, щоб включити зону, в межах якої можна помістити коло діаметром не менше $0,9$ всієї довжини вертольота з несучими гвинтами. У тих випадках, коли ці вимоги неможливо виконати зона FATO може мати форму прямокутника з меншою стороною не менше $0,75 D$ і більшою стороною не менше $0,9 D$, але в межах цього прямокутника посадки в двох напрямках дозволені тільки в напрямку розміру $0,9 D$.

Навколо межі зони FATO не допускається наявність будь-яких нерухомих об'єктів, за винятком ламких об'єктів, які в силу їх функціонального призначення повинні там розміщуватися. Об'єкти, функціональне призначення яких вимагає розміщення їх на межі зони FATO, не перевищують за висотою 250 мм.

Поверхня зони FATO має протистояти ковзанню вертольота і персоналу і мати ухил з метою уникнути скупчення рідини. У тих випадках, коли вертопалуба має поверхню у вигляді решітки, підстилаюча палуба має бути запроектована таким чином, щоб не зменшувати силу впливу землі.

Вертодроми на палубах суден. У тих випадках, коли експлуатаційні зони для вертольотів розміщуються на кормі або в носовій частині судна або навмисно споруджені вище надбудов судна, вони

вважаються вертопалубами і до них застосовуються вищенаведені критерії.

У відношенні розташованих в інших частинах судна вертодромів передбачається, що зона FATO і зона приземлення і відриву збігаються.

Для вертодромів на палубах суден передбачається принаймні одна зона FATO. Зона FATO вертодромів на палубах судів повинна мати форму кола і мати достатні розміри, щоб її діаметр був не менше $1,0 D$ найбільшого вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром, де D являє собою найбільший розмір вертольота з обертовими гвинтами. Поверхня зони FATO має протистояти ковзанню людей і вертольотів.

Обмеження та видалення перешкод. Мета технічних вимог – визначити повітряний простір навколо вертодромів, який слід зберігати вільним від перешкод, з тим, щоб забезпечити безпеку планованих польотів вертольотів на цих вертодромах і не допустити такого стану, при якому вертодроми не можна було б використовувати через збільшення числа перешкод навколо них. Це досягається шляхом встановлення ряду поверхонь обмеження перешкод, що визначають припустимі межі проникнення перешкод у повітряний простір.

Поверхні і сектори обмеження перешкод. Поверхня заходу на посадку.

Похила площина або комбінація площин, висхідних від кордону зони безпеки і розташованих симетрично їх осьової лінії, що проходить через центр зони FATO.

Характеристики межі поверхні заходу на посадку включають:

- внутрішній кордон, що представляє собою лінію, горизонтально розташовану біля зовнішньої межі зони безпеки, рівну за величиною встановленої мінімальної ширині зони FATO і зони безпеки, перпендикулярну осьової лінії поверхні заходу на посадку;

- два бічних кордони, що починаються біля кінців внутрішнього кордону;

- для зони, що відрізняється від зони FATO, обладнаної для точного заходу на посадку, рівномірно відхиляються з встановленою величиною від вертикальної площини, в якій лежить осьова лінія зони FATO;

– для зони FATO, обладнаної для точного заходу на посадку, рівномірно відхиляються з встановленою величиною від вертикальної площини, в якій проходить осьова лінія зони FATO, до встановленої висоти над зоною FATO, потім рівномірно відхиляються з встановленою величиною до встановленої кінцевої ширини і продовжуються після цього з такою шириною до кінця поверхні заходу на посадку;

– зовнішній кордон, горизонтально розташований на встановленій висоті над перевищенням зони FATO і перпендикулярний осьовій лінії поверхні заходу на посадку (рис. 6.1).

Нахил(и) поверхні заходу на посадку вимірюються у вертикальній площині, в якій лежить осьова лінія поверхні. Передбачається, що на вертодромах, де використовуються вертольоти з льотно-технічними характеристиками класів 2 і 3, траєкторії заходу на посадку вибираються таким чином, щоб вони дозволяли безпечно виконувати вимушену посадку або посадку з одним непрацюючим двигуном з таким розрахунком, щоб, як мінімум, зменшити ризик нанесення тілесних ушкоджень особам, які знаходяться на землі або у воді, або шкоди майну. Передбачається, що положення, що стосуються зон вимушеної посадки, зведуть до мінімуму небезпеку нанесення тілесних ушкоджень особам, які знаходяться на борту вертольота. Тип найбільш критичного вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром, і умови навколишнього середовища є факторами, що визначають придатність використання таких зон.

Перехідна поверхня. Складна поверхня, розташована уздовж бічної межі зони безпеки і частини бічної межі поверхні заходу на посадку і яка простягається вгору і в сторони до внутрішньої горизонтальної поверхні або заздалегідь встановленої відносної висоти.

Межами перехідної поверхні є:

– нижня межа, що починається біля перетину бічної межі поверхні заходу на посадку з внутрішньої горизонтальної поверхнею або починається на встановленій висоті над нижньою межею, якщо не забезпечується внутрішня горизонтальна поверхня, і продовжується вниз, уздовж бічної межі поверхні заходу на посадку до внутрішнього кордону поверхні заходу на посадку і далі уздовж бічної межі зони безпеки паралельно осьовій лінії зони FATO;

– верхня межа, розташована в площині внутрішньої горизонтальної поверхні або на встановленій висоті над нижньою межею, якщо не забезпечується внутрішня горизонтальна поверхня.

Перевищення точки на нижній межі:

– уздовж бічної межі поверхні заходу на посадку дорівнює перевищенню поверхні заходу на посадку в цій точці;

– уздовж лінії безпеки дорівнює перевищенню осьової лінії зони FATO навпроти цієї точки.

Перехідна поверхня вздовж зони безпеки буде криволінійною при криволінійному профілі зони FATO або буде являти собою площину при прямолінійному профілі. Лінія перетину перехідною поверхні з внутрішньої горизонтальною поверхнею або верхня межа, якщо внутрішня горизонтальна поверхня не передбачається, буде також криволінійною або прямолінійною залежно від профілю зони FATO.

Нахил перехідною поверхні вимірюється у вертикальній площині під прямими кутами до осьової лінії зони FATO.

Внутрішня горизонтальна поверхня призначена забезпечувати безпечно візуальне маневрування. Якщо поверхня, що має форму кола і розташована в горизонтальній площині над зоною FATO і прилеглими до неї ділянками, то радіус внутрішньої горизонтальної поверхні вимірюється від центральної точки зони FATO. Відносна висота внутрішньої горизонтальної поверхні вимірюється від вихідного перевищення, встановленого для цієї мети.

Конічна поверхня, висхідна в сторони від кордону внутрішньої горизонтальної поверхні або від верхньої межі перехідною поверхні, якщо не забезпечується внутрішня горизонтальна поверхня.

Межами конічної поверхні є:

– нижня межа, що збігається з межею внутрішньої горизонтальної поверхні або з верхньою межею перехідною поверхні, якщо не забезпечується внутрішня горизонтальна поверхня;

– верхня межа, розташована на встановленій висоті над внутрішньою горизонтальною поверхнею або над перевищенням самого нижнього кінця зони FATO, якщо не забезпечується внутрішня горизонтальна поверхня.

Нахил кінчної поверхні вимірюється над горизонтальною площиною.

Поверхня набору висоти при зльоті. Похила поверхня, комбінація поверхонь або, якщо виконується розворот, складна поверхня, висхідна від кінця зони безпеки і розташована симетрично їх осьовій лінії, що проходить через центр зони ФАТО.

Кордонами поверхні набору висоти при зльоті є:

- внутрішня межа, довжина якої дорівнює мінімально встановленій ширині зони ФАТО і зони безпеки, перпендикулярна осьовій лінії поверхні набору висоти при зльоті та горизонтально розташована біля зовнішньої межі зони безпеки або смуги, вільної від перешкод;

- два бічних кордони, що починаються біля кінців внутрішнього кордону і які рівномірно відхиляються з постійною величиною від вертикальної площини, в якій проходить осьова лінія зони ФАТО;

- зовнішня межа, перпендикулярна осьовій лінії зони набору висоти при зльоті та горизонтально розташована на встановленій висоті над перевищенням зони ФАТО.

Перевищення внутрішнього кордону в точці на внутрішньому кордоні, через яку проходить осьова лінія поверхні набору висоти при зльоті, проте в тих випадках, коли смуга, вільна від перешкод, передбачається, це перевищення однієї найвищої точки на поверхні землі, що знаходиться на осьовій лінії смуги, вільної від перешкод.

У випадках, якщо поверхня набору висоти при зльоті є прямолінійною, її нахил вимірюється у вертикальній площині, в якій лежить осьова лінія цієї поверхні. У випадку, якщо поверхня набору висоти при зльоті містить ділянку для виконання розвороту, ця поверхня являє собою складну поверхню, яка містить нормалі, що лежать в горизонтальній площині і приведені до її осьовій лінії, а нахил цієї осьовій лінії аналогічний нахилу поверхні набору висоти при зльоті по прямолінійній траєкторії.

Будь-які відхилення в напрямку осьовій лінії поверхні набору висоти при зльоті розраховуються таким чином, щоб не створювати необхідності виконувати розворот радіусом менше 270 м.

На вертодромі, який використовується вертольотами з льотно-технічними характеристиками класів 2 і 3, траєкторії вильоту вибираються таким чином, щоб вони дозволяли безпечно виконувати

вимушені посадки або посадки з одним непрацюючим двигуном з таким розрахунком, щоб, як мінімум, применшити ризик нанесення тілесних ушкоджень особам, які знаходяться на землі або у воді, або шкоди майну. Передбачається, що положення, які стосуються зон вимушеної посадки, зведуть до мінімуму небезпеку нанесення тілесних ушкоджень особам, які знаходяться на борту вертольота. Тип найбільш критичного вертольота, для обслуговування якого розрахований даний вертодром, і умови навколишнього середовища є факторами, що визначають придатність використання таких зон.

Сектори поверхні, вільні від перешкод (вертопалуби). Складна поверхня, що бере початок у вихідній точці кордону зони ФАТО вертопалуби і має певну довжину. Поверхні або сектори, вільні від перешкод, стягуються дугою встановленої величини.

На вертопалубах сектор, вільний від перешкод, стягується дугою і простягається в сторони на відстань, що дозволяє виконувати польоти більшості критичних вертольотів з одним непрацюючим двигуном, для обслуговування яких розрахована ця вертопалуба. Поверхня являє собою горизонтальну площину на рівні перевищення вертопалуби, крім тієї частини поверхні, яка розташована в межах сектора з дугою в 180° , що проходить через центр зони ФАТО, і яка розташовується на рівні води. Ця площа простягається в сторони на відстань, відповідно вимогам до злітного простору для найбільш критичного вертольота, для обслуговування якого розрахована дана вертопалуба (рис. 6.2).

Поверхня обмежених перешкод (вертопалуби). Складна поверхня, що бере початок у вихідній точці сектора, вільного від перешкод, і розташована в межах сектора, який не охоплений сектором, вільним від перешкод, і в межах якого вище рівня зони ФАТО буде встановлюватися певна висота перешкод. Поверхня обмежених перешкод не стягується дугою більшою ніж встановлена величина, і має достатні розміри, щоб включити зону, що не входить в сектор, вільний від перешкод.

Вимоги до обмеження перешкод. Вимоги до поверхонь обмеження перешкод вказані з урахуванням передбачуваного використання зони ФАТО, тобто виконуваних при посадці маневрів для висіння або посадки, або маневру при зльоті та типу заходу на посадку; передбачається, що ці вимоги будуть пред'являтися при вико-

ристанні зони ФАТО саме таким чином. У тих випадках, коли зліт і посадка здійснюються в обох напрямках зони ФАТО, функції деяких поверхонь можуть втратити своє значення у зв'язку з більш жорсткими вимогами, що накладаються іншою поверхнею, розташованою нижче.

Вертодроми на рівні поверхні. Наступні поверхні обмеження перешкод встановлюються для зони ФАТО, обладнаної для точного заходу на посадку: поверхня набору висоти при зльоті; поверхня заходу на посадку; перехідні поверхні; кінчна поверхня.

Наступні поверхні обмеження перешкод встановлюються для зони ФАТО, обладнаної для неточного заходу на посадку: поверхня набору висоти при зльоті; поверхня заходу на посадку; перехідні поверхні; кінчна поверхня, якщо не забезпечується внутрішня горизонтальна поверхня.

Наступні поверхні обмеження перешкод встановлюються для необладнаної зони ФАТО: поверхня набору висоти при зльоті; поверхня заходу на посадку.

Наступні поверхні обмеження перешкод слід встановлювати для зони ФАТО, обладнаної для неточного заходу на посадку: внутрішня горизонтальна поверхня; кінчна поверхня.

Внутрішня горизонтальна поверхня може не порушуватись, якщо неточний захід на посадку з прямої забезпечується на обох кінцях. Нормуються нахили поверхонь.

Не допускається спорудження нових об'єктів або збільшення розмірів існуючих об'єктів вище зазначених поверхонь, за винятком випадків, коли новий об'єкт після збільшення розмірів буде «затінювати» існуючі нерухомі об'єкти.

Об'єкти, розташовані вище будь-яких зазначених поверхонь, необхідно в міру можливості видаляти, за винятком випадків, коли даний об'єкт «затінюється» наявним нерухомим об'єктом або ж в результаті авіаційного дослідження встановлено, що цей об'єкт не буде знижувати рівень безпеки польотів або серйозно впливати на регулярність польотів вертольотів.

Застосування пропонованих поверхонь набору висоти при зльоті по криволінійній траєкторії може якоюсь мірою вирішити проблеми, створювані об'єктами, проникаючими в зазначені поверхні.

На вертодромі на рівній поверхні передбачаються принаймні дві поверхні заходу на посадку і набору висоти при зльоті з видаленням одне від одного не менше ніж на 150 м. Кількість і орієнтація поверхонь набору висоти при зльоті і заходу на посадку повинні бути такими, щоб коефіцієнт використання вертодрому становив не менше 95 % для вертольотів, на обслуговування яких розрахований даний вертодром.

Вертодроми, підняті над поверхнею. Вимоги щодо поверхонь обмеження для вертодромів, піднятих над поверхнею, відповідають вищезазначеним вимогам до вертодрому. Для вертодрому, піднятого над поверхнею, передбачаються принаймні дві поверхні заходу на посадку і набору висоти при зльоті, віддалені одна від одної не менш, ніж на 150 м.

Вертопалуби. Наведені нижче технічні вимоги стосуються вертопалуб, розташованих на спорудах і які використовуються для таких цілей, як розробка корисних копалин, проведення вишукувань, будівництво споруд, але за винятком вертодромів на судах. Вертопалуба має сектор, вільний від перешкод, і, в міру необхідності, сектор обмежених перешкод. У межах сектора, вільного від перешкод, заборонено розміщення нерухомих об'єктів, що перевищують рівень поверхні, вільної від перешкод.

У безпосередній близькості до вертопалуби захист вертольота від перешкод забезпечується нижче рівня вертодрому. Поверхня цього захисту простягається в межах сектора з дугою принаймні в 180° , що починається в центрі зони ФАТО, і має градієнт зниження одна одиниця в горизонтальній площині на п'ять одиниць у вертикальній площині, починаючи від кордонів зони ФАТО в межах даного сектора.

Якщо для експлуатації установки в межах сектора, вільного від перешкод, необхідна наявність однієї або декількох рухомих перешкод, то перешкоду (перешкоди) розташовують за межами дуги, що перевищує 30° і вимірюваної від центру зони ФАТО.

З метою виробництва польотів вертольотів з одним несучим гвинтом і вертольотів поперечної схеми з двома несучими гвинтами об'єкти не перевищують відносної висоти $0,05 D$ над зоною ФАТО в межах поверхні/сектора обмежених перешкод з дугою в 150° до відстані, рівної $0,62 D$, вимірюваної з центру зони ФАТО. За

межами цієї дуги і на відстані до $0,83 D$, поверхня обмежених перешкод простягається вгору з нахилом одна одиниця у вертикальній площині на дві одиниці в горизонтальній площині [36].

До існуючих вимог представлено низку уточнюючих пропозицій

Часто майданчики будуються саме для доставки людей і вантажу в ті райони, де під'їзних шляхів зовсім немає («Місячна галявина», вертолітні майданчики на Ельбрусі – як приклад). Саме будівництво ведеться із застосуванням засобів, які перевозяться вертольотами. Вимогу про наявність під'їзних шляхів не потрібно вказувати як обов'язкову, а висунути як рекомендацію при виборі місця для майбутнього майданчика.

Вимоги за розмірами не відповідають зазначеним у КЛЕ за типами. Наприклад, на Мі-8 потрібні майданчики менших розмірів. Таблицю можна застосовувати, якщо будувати майданчики загального призначення без вказівки типу вертольота. Незрозумілим залишається питання невідповідності нових вимог (стосовно розмірів вільної площі) та вимог КЛЕ конкретного типу вертольота.

Вимоги по міцності поверхні можна застосувати тільки при будівництві постійних і регіональних майданчиків зі штучним покриттям. При підготовці тимчасових майданчиків з ґрунтовим покриттям, при посадках з підбором, потрібно керуватися вимогами КЛЕ за типом вертольоту. Для Мі-8, наприклад, достатньо 3 кг/см^2 , а Ка-32 – 6 кг/см^2 , а за певних умов і менше.

Незрозуміла ситуація з тимчасовими майданчиками, які знаходяться в безпосередній близькості з високовольтними ЛЕП і використовуються для вертольотів, зайнятих безпосередньо на монтажі цих опор, на ремонті ЛЕП, розкатці проводів при їх монтажу чи заміні.

Вимоги суперечать П 7.7.8 НВП ГА-85. Ніхто, ні в Європі, ні в США і, тим більше, в «третьох країнах», таких вільних розмірів, як 7 діаметрів несучого гвинта до перешкод для руління по повітрю, ніколи не дотримувався, та й де знайти таку вільну площу? Вдень достатньо 3-х діаметрів НВ, при цьому відстань до перешкоди не менше 10 м (згідно НПП), а вночі – 5 діаметрів НВ (по 2 в кожному сторону від краю лопастей).

Так само потребують перегляду деякі положення про захід вертольота на посадку. Щоб облетіти, наприклад, стоянку вертольотів і розвернутися на 180°, щоб встати у вільні ворота, правила вимагають, як мінімум, 540 метрів дистанції – якщо скласти 2 радіуси по 270 м. А це вже не вертолітний майданчик, а повноцінний аеродром!

Загальні зауваження запропонованих «Вимог до посадкових майданчиків» [206] в тому, що вони акцентують увагу на комерційну авіацію, виконання авіаційних робіт. Слід пам'ятати і про польоти авіації загального призначення.

У розшифровках понять «посадочний майданчик» і «вертодром» немає принципових відмінностей (може бути, для першого зліт-посадка як по вертолітному, так і по літаковому, а для другого – тільки по вертолітному). У зв'язку з цим, далі, в багатьох пунктах, небезпідставно використовуються терміни то «посадочний майданчик», то «вертодром».

Слід ввести поняття «комбінований посадочний майданчик» або «посадочний майданчик загального призначення» – ділянка, призначена для зльоту, посадки, руління і стоянки вертольотів, літаків та інших ПС, і його геометричні розміри і характеристики відповідають тактико-технічним характеристикам (ТТХ) літаків та інших ПС для зльоту-посадки і має комбіновану розмітку ЗПС. Наприклад, у табл. 3.2, мінімальні розміри посадкового майданчика класу 3,4 практично відповідають ТТХ літаків і повітряних суден класу «надлегкий літальний апарат».

Для комерційної авіації права, обов'язки та відповідальність сторін у частині підтримки експлуатаційного стану вертодромів (посадочних майданчиків) і порядок їх використання передбачається договорами на виконання авіаційних робіт.

Перші враження від нових «Вимог до посадочних майданчиків»

У березні 2011 року наказом Мінтрансу затверджено «Вимоги до посадочних площадок, що розташовані на ділянці землі або акваторії» [206]. Документ являє собою вперше складений єдиний перелік правил, який об'єднує різні категорії посадочних майданчиків. Вже тільки тому він має велике значення для всієї галузі.

Ключові моменти стосуються низки питань, яким раніше ніде не приділялася увага. Зручними і корисними для користувачів є такі нововведення, як розмежування ЗПС, призначених для літаків і вертольотів (при цьому вертольоти можуть скористатися майданчиком для літака – при дотриманні вимог, укладених в нових Правилах); виділення майданчиків, розташованих на ділянках акваторій і т. д. Ключові моменти документа викладені нижче.

Поділити на зони. Тепер на ЗПС повинні бути виділені зони приземлення і відриву (зона TLOF), зона кінцевого етапу заходу на посадку і зльоту (зона FATO) і зона безпеки. Зокрема, параметри зони FATO прямо пропорційні розмірам вертольотів. Головна умова – її діаметр повинен бути не менше довжини вертольота з обертовими лопастями. Для вертольотів із злітною масою понад 3100 кг це коло складає D , для машин з злітною масою менше 3100 кг – $0,83 D$. Середній ухил зони FATO в будь-якому напрямку становить не більше 3 %. Локальний ухил будь-якій частині зони підходу, вимірюваний за розміром колії вертольота, не перевищує 7 %. Поверхня зони FATO повинна бути вільною від перешкод і витримувати вплив струменя несучого гвинта.

На посадочній площадці передбачаються не менше однієї зони TLOF, яка може розташовуватися в межах зони FATO або поза нею. Зона TLOF може бути будь-якої конфігурації і повинна мати достатні розміри, щоб вмістити коло діаметром $0,83 D$ вертольота, для польотів якого розрахована дана зона. Ухили зони TLOF повинні запобігати скупчення води на поверхні зони, але не повинні перевищувати 2 % у будь-якому напрямку, якщо інше обмеження не вказано в експлуатаційній документації на повітряне судно.

Навколо зони FATO розташовується зона безпеки, поверхня якої не обов'язково повинна бути твердою. У зоні безпеки не допускається наявність предметів, які в силу їх функціонального призначення не мають до неї прямого відношення. Якщо ж наявність таких предметів у зоні безпеки необхідна, то вони не повинні перевищувати у висоту $0,25$ м, але повинні бути ламкими.

Те ж відноситься і до РД для руління по землі: там також не допускається наявність будь-яких об'єктів, за винятком ламких об'єктів, які внаслідок свого функціонального призначення повинні там знаходитися.

У тих випадках, коли рельєф місцевості або перешкоди роблять неможливим здійснення зльоту і посадки в двох напрямках, допускається влаштування посадочних майданчиків зі стартом в одну сторону. У таких випадках відстань від торця посадкової площадки, включаючи зону безпеки, до перешкод, що перекривають другий напрямок смуги повітряних підходів повинна бути не менше $2 D$.

При застосуванні криволінійної траєкторії набору висоти і зниження зона, вільна від перешкод, повинна забезпечувати можливість здійснення початку розвороту при зльоті та завершення розвороту при посадці на висоті не менше 30 м для всіх класів льотно-технічних характеристик вертольотів.

Місце стоянки вертольота повинно мати розміри, достатні для того, щоб помістити коло діаметром, рівним величині $1,2 D$ вертольота, для якого планується використовувати місце стоянки.

Окремо в нових правилах [206] обумовлені випадки, коли потрібно на місці стоянки здійснити маневрування: розворот вертольота, руління по землі для вертольотів з шасі та ін. Ширина наземної РД для руління по землі дорівнює не менше $1,5$ розміру колії вертольота, для обслуговування якого призначена РД. Простір над РД для руління по землі звільняється від перешкод в кожную сторону від осевої лінії на відстань не менше $0,75 D$ вертольота, для руління якого призначена РД.

Маркування. Якщо вертолітні посадочні майданчики мають штучне покриття, такі майданчики оснащуються пізнавальним маркуванням – буквою «Н» білого кольору. На посадкових майданчиках при закладах охорони здоров'я наносять букву «Н» червоного кольору на тлі білого хреста.

Маркування зони TLOF повинне бути забезпечено в тому випадку, якщо периметр зони TLOF не є чітко вираженим. Маркування зони TLOF складається з безперервної білої лінії шириною не менше $0,3$ м.

Маркування точки приземлення наноситься таким чином, щоб забезпечити знаходження вертольота на безпечній відстані від будь-якої перешкоди, якщо крісло пілота вертольота знаходиться над маркуванням і являє собою коло жовтого кольору з шириною лінії не менше $0,5$ м і внутрішнім діаметром рівним $0,5 D$ вертольота, для посадки якого призначена зона приземлення.

Знаки посадкового майданчика без штучного покриття можуть являти собою дорожні сигнальні конуси або автопокришки, пофар-

бовані в контрастний колір, або прапорці. Взимку замість них можуть бути встановлені гілки хвойних дерев.

У випадку розміщення біля води. Посадочні майданчики, розташовані в акваторії, обладнуються як мінімум одним вітровказівником. Крім цього, ділянка акваторії повинна мати:

- довжину на 20 % більше дистанції для зльоту гідролітака, встановленої в КЛЕ, для штилю;
- ширину і глибину згідно КЛЕ повітряного судна.

Якщо на посадочній площадці визначено напрям смуги повітряних підходів, акваторія обладнується помаранчевими або білими буями. Необхідно мати човен з рятувальними кругами. На березі поблизу від посадочної площадки, розташованої в акваторії, повинні бути обладнані стоянки повітряних суден, причал для швартування повітряних суден. При стоянці повітряних суден на суші повинні забезпечуватися підйом на берег і спуск на воду повітряного судна.

Для використання вночі найбільш важливі буї підсвітлюються або на них встановлюються світловідбивачі кольору, відповідного забарвленню буя, за винятком чорних буїв, на яких використовується вогонь або світловідбивач білого або зеленого кольору.

Заходи безпеки. За дотримання заходів авіаційної безпеки відповідальність лежить на власнику посадочної площадки. Залежно від розташування майданчика йому присвоюється сума балів, що відображає рівень її безпеки. 5 балів присвоюється майданчику, що знаходиться на відстані менш ніж 55 км від межі населеного пункту з населенням більше 100 тис. чоловік, або від району з об'єктами атомної енергетики, хімічної промисловості або міжнародними аеропортами; 2 бали присвоюється майданчику, що знаходиться в межах району аеродрому.

Сума балів залежить також від кількості повітряних суден. Якщо на майданчику обладнано понад 10 стоянок, майданчику присвоюється 5 балів. Додаткові 5 балів нараховуються за наявності 25 стоянок; плюс 10 балів – 50 стоянок, плюс 15 балів – якщо стоянок 100.

Якщо на посадочній площадці базуються літаки з максимальною злітною масою більше 5700 кг або вертольоти з максимальною злітною масою більше 3100 кг, додатково додається 3 бали.

Враховується і такий параметр, як довжина злітно-посадкової смуги: якщо вона більше 600 м, присвоюється 2 бали, більше

1500 м – 5 балів. Якщо на майданчику кілька ЗПС, враховується найдовша з них.

Існує ще низка критеріїв, згідно з якими пред'являються вимоги до рівня безпеки: специфіка посадкового майданчику (чи призначена вона для комерційних перевезень, авіаційних або авіахімічних робіт тощо).

Залежно від суми балів, присвоєних посадковій майданчику, встановлюються заходи безпеки, загальні для всіх майданчиків і у відповідності зі специфікою.

Висновки. Таким чином, галузь отримала новий документ, який, в цілому, адекватно відповідає сучасним потребам галузі.

Новизна і головні переваги документу полягають, по-перше: в систематизації і, по-друге: відповідності міжнародним стандартам. Перш за все, в цьому документі зібрані разом всі вимоги. По суті, ми маємо справу з заново написаними правилами – ні в радянській, ні в пострадянській документації не існувало єдиного зводу, це абсолютно новий документ. Раніше користувалися розрізненими правилами, що входили до різних документів, що збереглися з радянських часів. Так що найголовніший позитивний момент – це систематизовані відомості, що стосуються посадочних майданчиків. Друге – синхронізація з міжнародною практикою.

Істотними нововведеннями є виділення вимог для майданчиків, розташованих на ділянках акваторій; розмежування посадкових майданчиків для разового, тимчасового та постійного користування, їм дано чіткі визначення. Майданчиком постійного користування вважається той, який використовується більш ніж 30 днів протягом календарного року. Раніше цієї диференціації не було, що створювало ряд незручностей. Заради відповідності міжнародним нормам у нових правилах визначені прийняті в усьому світі елементи майданчиків: кінцева точка заходу на майданчик під час зльоту і посадки, зони приземлення і відриву, зона безпеки.

Плюсом є і те, що автори зберегли позитивні моменти, які були в старих нормативах – зокрема, конфігурацію майданчиків. У нових правилах вказані розмірності, що існували раніше, звичні і тому зрозумілі російським експлуатантам.

Однак є й недоліки, неузгодженість з іншими спеціалізованими нормативними документами, а також з чинною практикою. Вони створюють незручності фахівцям, пілотам, відповідальним особам.

Наприклад, наша спецтехніка, агрегати, інструментарій з точки зору доцільності повинні знаходитися в зоні посадки, оскільки вони постійно використовуються або можуть знадобитися. Такі речі, як протипожежне обладнання, заправні шланги або передбачені для деяких моделей ящики з інструментами повинні знаходитися в зоні досяжності.

Або техніка для перевезення зовнішньої підвіски – спочатку дозволялося розташовувати її на майданчику. Тепер згідно з новими вимогами заборонено утримувати на майданчику предмети висотою понад 250 мм. А якщо потрібно транспортувати, скажімо, бочку (з запасним паливом)? Або обігрівачі, призначені для запуску двигуна, прогрівання салону, приладів при -40 градусах. Висота цих агрегатів ніяк не вписується в нові нормативи 250 мм, вона досягає і 1,5 метрів – як же їх використовувати? Мабуть, прийняті параметри все ж недостатні для повноцінної експлуатації.

Викликає питання до обліку різних методів зльоту і посадки. Згідно із посібниками по експлуатації де записано три методи для літаків і вертольотів, але в спеціалізованому документі вони не розмежовані, що призводить до розбіжності між керівництвами і основним документом.

Було упорядковано колишню документальну базу, що складалася з безлічі актів, створених багато років тому і орієнтованих на єдину на той час авіакомпанію Аерофлот. Добре також те, що він заснований на рекомендаціях міжнародного документа ІСАО.

Але спілкування з представниками авіаційної спільноти підтвердило ті сумніви, які виникали ще на стадії затвердження документа. Насамперед, прикро, що не використані ілюстрації, якими оснащений міжнародний документ. Можливо, це зроблено відповідно до правил або традицією складання подібних документів. Представленого в кінці видання ілюстративного матеріалу все ж недостатньо, доводиться звертатися до ІСАО.

Можливо, частина питань вирішена не в тому ключі, в якому розраховували чиновники. Зараз намітилася тенденція до прирів-

нювання великих вертолітних майданчиків (вертодромів) до аеродромів. А до останніх пред'являються вже дуже серйозні та складні вимоги, що стосуються, в тому числі, фінансових моментів. У цьому зв'язку хотілося б більш чіткого розмежування між вертодромом і посадочним майданчиком. Чиновникам зручно було б усіх «побудувати по зростанню», інакше їм здається, що чим більш ліберальний новий закон, тим більше його порушують. А в усьому світі, навпаки, вимоги прагнуть спростити і уніфікувати.

Документ довго готувався, і в результаті довелося прибрати вимоги до майданчиків, розташованим на дахах, на кораблях і т. д. У ІСАО, знову ж, вони представлені, тому доводиться звертатися до нього. Можливо, в майбутньому планувався окремий документ, присвячений цим питанням. Нарешті відсутня інформація з експлуатації майданчиків у нічний час, зокрема, вимог до освітлення. Якщо вертолітні майданчики будуть і далі прирівнюватися до аеродромів, то вимоги буде складно виконувати. Потрібні інші, простіші і лояльні.

Словом, хотілося б, щоб розвиток вертолітних майданчиків відбувався паралельно з аеродромами. Не завадила б система податкових пільг, за прикладом тієї, що передбачена для власників вертолітних майданчиків на Заході. Це дасть безсумнівний і потужний поштовх до розвитку авіації у нас в країні.

5.7. Обґрунтування оптимальних планувальних рішень вертодромів та посадочних майданчиків

Мінімальний розмір посадкового майданчика для вертольотів – 30×20 м з відкритими підходами на відстань не менше 300 м.

В даний час вертодроми діляться на базові та оперативні. Базові вертодроми складаються з наступних основних елементів: злітно-посадкова смуга (посадковий майданчик), система руліжних доріжок (РД), місця стоянки вертольотів (МС), комплекс засобів технічного обслуговування вертольотів.

На базових вертодромах розміщується велика кількість вертольотів (до 100-150 шт.). Це призводить до великих площ землевідведення під вертодром в цілому і під штучні покриття вертодрому.

Оперативні вертодроми являють собою, як правило, злітно-посадочний майданчик з штучним покриттям, руліжні доріжки і одне або два місця стоянки вертольотів. Ширина РД і розміри МС залежать тільки від геометричних та руліжних характеристик вертольотів, а саме, від колії шасі і величини відхилення осі вертольота від осі РД на етапі руління. Ці розміри визначені для всіх типів існуючих вертольотів. Невирішеним залишається питання про оптимальні розміри штучного покриття посадочної площадки. До теперішнього часу немає науково обгрунтованого методу розрахунку розмірів посадкових майданчиків. Розміри майданчиків визначали, виходячи з габаритів вертольотів (діаметр несучого гвинта, загальна довжина вертольота) та льотної кваліфікації льотно-підйомного складу. При визначенні розмірів майданчиків не враховуються експлуатаційні і вартісні критерії.

Розглянемо фактори, що впливають на розміри майданчиків для вертольотів при зльоті та посадці по вертолітному без використання впливу «повітряної подушки» і з її використанням. Вертоліт злітає до висоти, що перевищує на 10 м висоту перешкод, і потім здійснює розгін і набір горизонтальної швидкості, а в разі використання впливу «повітряної подушки» – набір горизонтальної швидкості в межах впливу «повітряної подушки», тобто на висоті 1,5-2 м.

Отже, на розмір штучного покриття майданчика впливають геометричні характеристики шасі вертольота та характеристики міцності штучного покриття:

$$l_1 = B_k + C, \quad (5.2)$$

де l_1 – розмір сторони майданчика; B_k – колія шасі по зовнішнім пневматикам; C – мінімально припустима відстань від кромки штучного покриття до пневматиків шасі вертольота.

Розглянемо посадку вертольота. У разі посадки з використанням впливу «повітряної подушки» вертоліт знижується до висоти висіння, зависає над майданчиком або над кордоном льотного поля, потім переміщається до центру майданчика і вертикально знижується до поверхні майданчика. При посадці можливі відхилення осі від центру посадкового майданчика, відповідно до схеми (рис. 5.11).

Аналізуючи ці фактори, можна констатувати, що деякі з них, що впливають на розмір майданчика, обумовлені конструктивними особливостями та визначено для кожного типу вертольота, а саме: характеристика шасі вертольота, мінімально допустима відстань від кромки штучного покриття майданчика до коліс шасі.

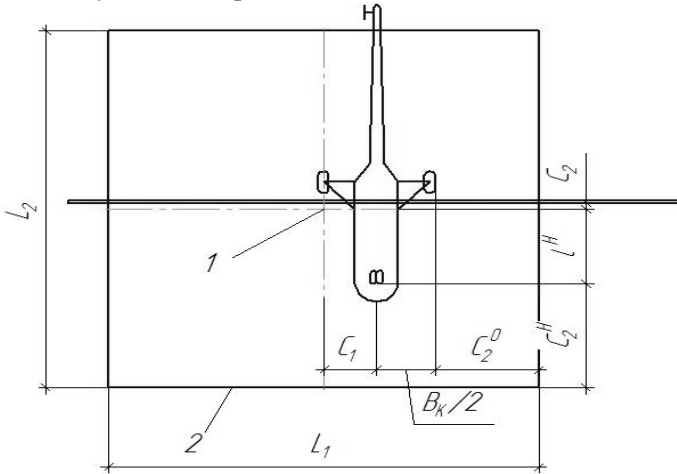


Рис. 5.11. Схема до визначення розмірів посадочних майданчиків для вертольотів:

1 – центр посадочної ділянки, 2 – межа штучного покриття

Основним фактором, що впливає на розмір штучного покриття майданчиків, є відхилення осі несучого гвинта вертольота від осі майданчика в момент торкання колесами вертольота покриття. Як видно зі схеми, даний фактор залежить від ряду величин, вплив яких на величину відхилення носить імовірнісний характер і залежить від ряду випадкових факторів. В даний час не встановлено відхилення коліс шасі від кромки штучного покриття, а також на яку величину відхиляється вертоліт в момент торкання поверхні. Отже, мінімальні розміри можуть бути отримані при порівнянні наступних виразів:

$$L_1 = B_k + 2(C_1 + C_2), \quad (5.3)$$

$$L_2 = 2(l_n + C_1 + C_2), \quad (5.4)$$

де L_1 – розмір сторони ділянки при максимальному наближенні коліс основного шасі вертольоту до кромки штучного покриття; B_k – колія шасі вертольоту по зовнішнім пневматикам; C_1 – відхилення осі гвинта вертольоту від центру майданчика; C_2 – мінімально припустима відстань від кромки штучного покриття до коліс вертольоту; L_2 – розміри ділянки майданчика при максимальному наближенні колеса носового шасі вертольоту до кромки покриття; l_n – база шасі вертольоту.

Час, який витрачає пілот вертольота на виконання посадочних операцій залежить від розмірів майданчика із штучним покриттям. Так, наприклад, для майданчиків менших розмірів потрібний більший час на маневрування для виконання більш точного приземлення, а відповідно, збільшуються льотні витрати, вірна і зворотня залежність. Слід відзначити, що вартість льотного часу сучасних вертольотів значна і залежить від конкретного типу вертольоту. Так для вертольоту типу Agusta AW139 при виконанні авіаперевезень (без урахування витрат на пальне) вартість льотної години становить близько 10800 грн, для вертольоту Agusta A109C – 6400 грн.

Оскільки при збільшенні розмірів ділянки зростають витрати на будівництво, експлуатацію, оптимальні розміри ділянок можуть бути обчислені за допомогою функції $S_{\text{зар}} = f(L)$. В загальному вигляді цей графік матиме такий вигляд (рис. 5.12). Загальна вартість може бути визначена за виразом:

$$S_{\text{зар}} = S_1 + S_2 + S_3, \quad (5.5)$$

де S_1 – вартість будівництва майданчика та освоєння земель; S_2 – вартість експлуатації майданчика; S_3 – вартість експлуатації вертольота в момент маневрування над майданчиком.

Як відомо, вертольоти можуть встановлюватися на місцях стоянки різними способами. Це призводить до того, що на одній і тій же площі може бути встановлено різна кількість вертольотів, оскільки кожен спосіб установки вимагає різної відстані між осями несучих гвинтів вертольотів. Можливі випадки, коли місця стоянки вертольотів використовуються як посадочні майданчики. Таке розташування МС знижує до мінімуму площі штучних покриттів, але в той же час значно збільшуються площі землевідведення під вертодром і витрати на льотну експлуатацію.

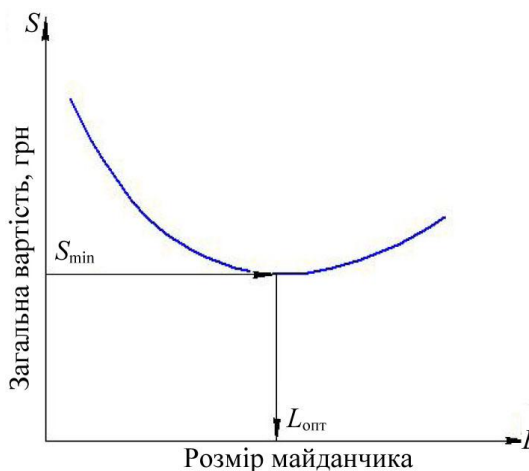


Рис. 5.12. Залежність загальної вартості будівництва від розміру майданчика

Підсумовуючи вищесказане слід відзначити, що при визначенні параметрів вертодромів в плані необхідно враховувати не тільки експлуатаційні характеристики, а й вартісні, які для сучасного транспорту набувають великого значення.

5.8. Охорона навколишнього середовища

Вертолітний майданчик, як і будь-яка інша технічна споруда, створена людиною, тісно взаємодіє з оточуючим середовищем. Вивчаючи досвід експлуатації будь-якої інженерної споруди можна відзначити як позитивні, так і негативні моменти. З одного боку останні наукові досягнення покликані задовольнити певні потреби сучасного суспільства – забезпечити комфортні місця проживання людей, видобуток паливно-енергетичних ресурсів, виробництво промислової і продовольчої продукції і т.д. Але з іншого боку інженерні споруди надають антропогенний вплив на природне середовище та змінюють умови її існування, порушуються принципи функціонування екосистем, вони можуть деградувати і втрачати свою стійкість [189].

Техногенні потоки, які формуються в межах природно-технічних систем, володіють кумулятивним властивістю (тобто накопичуються) і погіршують збільшення масштабу антропогенного впливу на весь регіон. Величина антропогенного впливу залежить не від окремо-

го, нехай навіть лімітує фактора, а від сукупності всіх техногенних факторів. На жаль, часто не вдається повністю врахувати негативний вплив антропогенних факторів на навколишнє середовище. Неадекватність розрахункових моделей і реальність екологічної обстановки в зоні промислового освоєння територій призводить до непоправних втрат біогеоценозів та природних ландшафтів.

Враховуючи це, при проектуванні та оцінці впливу вертодрому на навколишнє середовище потрібно передбачити максимальне зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Негативний вплив вертодрому викликаний низкою факторів (як на етапі будівництва так і на етапі експлуатації споруди):

- викиди в повітря відпрацьованих газів, твердих та аерозольних забруднювачів, можливий їхній вплив на прилеглі водоймища, забруднення ґрунту, ґрунтових вод тощо;

- забруднення повітря пилом, газами від працюючої будівельної техніки;

- акустичне забруднення території від працюючої техніки;

Основними забруднюючими речовинами є: альдегіди, вуглекислий газ, вуглеводневі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту, кадмій, свинець, сірчаний ангідрид, солі, нафтопродукти, сажа [190]. Вимоги стосовно забруднення навколишнього середовища викидами від працюючих вертольотів викладені в [191].

По відношенню до впливу на людину найбільш негативним фактором є шум від двигунів вертольотів. Дія шуму на організм людини не обмежується впливом на орган слуху. Підвищений шум впливає на нервову і серцево-судинну системи, репродуктивну функцію людини, викликає роздратування, порушення сну, стомлення, агресивність, сприяє психічних захворювань. Вплив на вегетативну нервову систему проявляється навіть при невеликих рівнях звуку (40-70 дБА). Підвищений рівень шуму має також негативні економічні наслідки.

Суттєвим фактором, який впливає на навколишнє середовище, є викиди токсичних речовин при згорянні палива в двигуні вертольота. Оскільки сектор малої авіації в останні роки постійно зростає, то зростає і кількість викидів хімічних речовин в атмосферу.

Водночас постійно стають більш жорсткими вимоги міжнародних організацій стосовно рівня викидів шкідливих речовин. На даний момент це питання регулюється різними організаціями та низкою міжнародних домовленостей:

Таблиця 5.8

**Категорії споруд дозволених для будівництва поблизу
від вертодрому з умов акустичного забруднення**

Призначення	Будівництво в зонах			
	А	Б	В	Г
Житлові будівлі, дитячі дошкільні заклади	Дозволяється	Дозволяється з підвищеною звукоізоляцією зовнішніх огорож, що забезпечує зниження шуму		Заборо-няється
		$\Delta LA = 25$ дБА	$\Delta LA = 30$ дБА	
Поліклініки	Дозволяється в частині зони з рівнями вдень $\Delta LA_{\text{екв}} \leq 55$ дБА без обмежень, $\Delta LA_{\text{екв}} = 56-60$ дБА зі звукоізоляцією, що забезпечує $\Delta LA_{\text{екв}} = 25$ дБА	Дозволяється з підвищеною звукоізоляцією, що забезпечує $\Delta LA_{\text{екв}} = 30$ дБА		Заборо-няється
Школи та інші учбові заклади	Дозволяється	Дозволяється з підвищеною звукоізоляцією, що забезпечує $\Delta LA_{\text{екв}} = 25$ дБА		Заборо-няється
Готелі, гуртожитки	Дозволяється	Дозволяється з підвищеною звукоізоляцією, що забезпечує		Заборо-няється
		$\Delta LA = 20$ дБА	$\Delta LA = 25$ дБА	
Адміністративні будівлі, проєктні та науково-вишуквальні організації	Дозволяється	Дозволяється		Дозво-ляється при забезпеченні необхідної звукоізоляції

– Рамочна конвенція ООН про зміну клімату (1992 р);

– Кіотський протокол по парниковим газам, які впливають на клімат (1997 р);

– Монреальський протокол по речовинам, які руйнують озоновий шар (1987 р).

В питаннях вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища також приймають участь такі організації ООН як:

- Міжурядова група експертів по зміні клімату;
- Світова метеорологічна організація та ін.

Стосовно авіаційної техніки слід відзначити Міжнародну організацію цивільної авіації (ІСАО) яка розробила окремий нормативний документ, що регулює викиди в атмосферу. Додаток 16 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію «Емісія авіаційних двигунів» є основним міжнародним документом, який регулює шкідливі викиди в атмосферу авіаційними двигунами [191].

Згідно із вимогами ІСАО перед використанням двигуна будь-якого повітряного судна обов'язково повинна бути проведена його сертифікація. При сертифікації нормуються викиди: диму; газоподібних речовин: незгорілих вуглеводнів (НС); окисли вуглецю (СО); оксидів азоту (NO_x).

Рівень диму визначається непрямим шляхом оцінки зниження відбивної здатності фільтра, який використовується для уловлювання частинок диму з встановленої маси вихлопних газів, на одиницю поверхні фільтра. Димове забруднення вимірюється за допомогою такого показника як число димності (SN). При всіх випробуваннях стандартна абсолютна вологість приймається рівною 0,00634 кг води/кг сухого повітря, а за стандартні атмосферні умови беруться умови міжнародної стандартної атмосфери на рівні моря.

Для кожного типу двигуна, який підлягає сертифікації по диму або емісії газоподібних речовин представляється наступна інформація:

- позначення двигуна;
- розрахункова тяга (у кілоньютонах);
- вихідна міра підвищення тиску;
- стандартні характеристики палива;
- відношення кількості водню до кількості вуглецю в паливі;
- методи збору даних;
- метод внесення поправок на довколишні умови;
- метод аналізу даних.

На етапі будівництва та експлуатації висувається ряд вимог стосовно забезпечення безпеки працівників та забезпечення необхідних умов роботи. У процесі виконання будівельних робіт необхідно строго дотримуватися мір протипожежного та противибухового призначення [192,193]. На підготовчому етапі будівництва, в обов'язковому порядку необхідно передбачати, і це повинно бути враховано в проекті, тимчасові або постійні джерела водопостачання протипожежного призначення. Крім цього дуже важливі вільні проїзди й нормальні по якості покриття під'їзні дороги.

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

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

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

Особи, відповідальні за пожежну безпеку, зобов'язані:

- не допускати до роботи робітників, не ознайомих із правилами пожежної безпеки;
- забезпечувати справний зміст і постійну готовність до дії засобів пожежогасіння й пожежного зв'язку.

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

В даному випадку вертодрому із невисокою частотою польотів можуть не обладнуватись протипожежним обладнанням для гасіння гелікоптерів. Але при цьому експлуатант вертодрому повинен забезпечити, на час виконання польотів, чергування пожежного автомобіля (у відповідності з угодою укладеною між експлуатантом та підрозділом МНС) з необхідною кількістю вогнегасних речовин та особовим складом. Мінімальна кількість вогнегасних речовин складас: вода 1600 л, питома витрата піни 800 л/хв.

6. ІНСТРУКЦІЯ ПО БУДІВНИЦТВУ, РЕЄСТРАЦІЇ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ ПОСАДОЧНИХ МАЙДАНЧИКІВ ВЕРТОЛЬОТІВ

6.1. Основні положення

Дана «Інструкція з будівництва, реєстрації, експлуатації та контролю за станом посадочних майданчиків для вертольотів» (далі по тексту Інструкція), розроблена відповідно вимог Повітряного кодексу Російської Федерації (ВК РФ), Федеральних правил виконання польотів в Російській Федерації (ФПВП РФ), Федеральних правил використання повітряного простору Російської Федерації (ФПВП РФ), Керівництва з експлуатації цивільних аеродромів Російської Федерації, Керівництва з державної реєстрації та допуску експлуатації цивільних аеродромів ЦА (від 11.02.94 № ДВ-26/І), Керівництв з льотної експлуатації (КЛЕ) вертольотів Мі-2, Мі-8, Мі-6, Мі-10, Мі-26, Ка-32, з урахуванням СНиП 02.0508 -85 «Аеродроми», на основі багаторічної експлуатації вертольотів в умовах Західного Сибіру.

Всі вертодроми і посадочні майданчики «замовника», пред'явлені для виконання авіаційних робіт, мають відповідати вимогам нормативних документів, чинних у галузі цивільної авіації, мати необхідне наземне обладнання, охорону та протипожежний захист повітряних суден та майна.

Авіаційні роботи експлуатант виконує для «Замовника» в порядку, у строки, в обсязі та на умовах, передбачених договором на виконання авіаційних робіт, яким передбачається:

- порядок використання і підтримки в експлуатаційному стані посадкових майданчиків та їх обладнання;
- створення необхідних житлово-побутових умов для відпочинку членів екіпажів гелікоптерів;
- інші умови забезпечення та виконання авіаційних робіт, виходячи з особливостей.

Ця «Інструкція» [207] передбачає порядок взаємодії посадових осіб «Замовника» і експлуатанта, в частині будівництва посадкових майданчиків, їх обладнання, приймання для експлуатації та підтримки їх придатності в період польотів вертольотів.

Посадові особи «Замовника» і експлуатанта, що залучені до авіаційних робіт, зобов'язані знати і виконувати вимоги цієї «Інструкції» і основних нормативних документів Цивільної Авіації з питань організації та забезпечення авіаційних робіт.

На посадочні майданчики складаються інструкції з виконання польотів (ІВП). ІВП розробляється фахівцями експлуатанта і підписується його керівником, узгоджуються зі старшим авіаційним начальником базового аеродрому, територіально поєднаного з місцевим диспетчерським пультом (МДП), старшим штурманом експлуатанта, начальником аеродромної служби експлуатанта, керівником льотної служби експлуатанта.

Власники вертодромів і посадочних майданчиків зобов'язані утримувати їх в експлуатаційному стані в період виконання польотів. Права, обов'язки та відповідальність сторін у частині підтримки експлуатаційного стану вертодромів (посадочних майданчиків) і порядок їх використання передбачаються договорами на виконання авіаційних робіт.

Інформацію про невідповідність посадочної площадки встановленим правилам, командир вертольота (перевіряючий) передає по каналах зв'язку диспетчеру служби ОВС, інформує «Замовника» і записує в «Журналі стану тимчасових аеродромів (вертодромів) і посадочних майданчиків» (по прильоту). Диспетчер служби, отримавши інформацію про невідповідність майданчики

встановленим вимогам, сповіщає всі екіпажі вертольотів, що прямують на даний майданчик.

Командно-льотний і командно-керівний склад експлуатанта, фахівці територіальних органів цивільної авіації, в межах своєї компетенції здійснюють періодичний контроль за технічним станом вертодромів і посадочних майданчиків.

6.2. Терміни і визначення

ВЕРТОДРОМ – спеціально підготовлена і обладнана земельна ділянка, призначена для зльотів, посадок, руління, зберігання і обслуговування вертольотів, прийнята до експлуатації в установленому порядку.

ПОСАДОЧНІ МАЙДАНЧИКИ (ПЛОЩАДКИ) (ПМ, ПП) – земельна ділянка (льодова поверхня водоймища) або спеціально підготовлена площадка зі штучним покриттям, призначена для регулярних або епізодичних злетів і посадок вертольотів, що має ІВП.

РОБОЧА ПЛОЩА (РП) – частина посадкового майданчика, що забезпечує стоянку, відрив і приземлення гелікоптера. Розміри робочої площі повинні бути не менше зазначених у табл. 6.1, 6.2, для вертольота з найбільшою злітною масою, використання якого, передбачено ІВП даного майданчика.

ЗПС (ЛС) – спеціально підготовлена ділянка місцевості для зльотів і посадок вертольотів по-літаковому (з розбігом / пробігом). Включає в себе: злітно-посадкову смугу (ЗПС) і смуги безпеки (БСБ, КСБ). Злітно-посадкова смуга (ЗПС) – частина льотної смуги (ЛС) штучного або природного походження, безпосередньо взаємодіюча з шасі вертольота при розбігу/пробігу і рулінні, що має, спеціальне маркування.

БІЧНІ (КІНЦЕВІ) СМУГИ БЕЗПЕКИ (БСБ, КСБ) – бічні (кінцеві) ділянки посадкової площадки або ЛС, що примикають до периметру ЗПС або робочої площі. Призначені для підвищення рівня безпеки при можливих викочуваннях вертольотів за межі ЗПС або робочої площі майданчиків під час зльотів, посадок або стоянки вертольота.

ПОЛІГОН ПІДЧЕПЛЕННЯ/ВІДЧЕПЛЕННЯ ВАНТАЖУ (ППВ) – спеціально підготовлена ділянка місцевості, що забезпечує

безпечне маневрування вертольота при підчепленні (відчепленні) вантажів, що транспортуються на зовнішній підвісі. Особливості виконання польотів і способи підчеплення (відчеплення) вантажів на ППВ вказуються в ІВП вертодрому (посадкового майданчика).

СМУГИ ПОВІТРЯНИХ ПІДХОДІВ (СПП) – частина місцевості, яка примикає до кордонів посадочної площадки, розташована у напрямку зльоту (посадки), над якою проводиться набір висоти при зльоті та зниження при посадці. Смуги повітряних підходів утворені умовними площинами обмеження перешкод.

ПЛОЩИНИ ОБМЕЖЕННЯ ПЕРЕШКОД – умовні площини в повітряному просторі, що обмежують мінімально безпечну висоту прольоту над перешкодами в зоні маневрування вертольота при зльоті та посадці.

ПЕРЕШКОДИ – природні та штучні елементи рельєфу, що знаходяться на території, яка прилягає до посадочної площадки, які за своєю висотою і розташуванню можуть загрожувати безпеці польотів.

ПОСТІЙНИЙ ПОСАДКОВИЙ МАЙДАНЧИК – посадочний майданчик з штучним покриттям, нічним чи денним маркуванням для виконання регулярних і епізодичних польотів строком більше одного року.

ТИМЧАСОВИЙ ПОСАДКОВИЙ МАЙДАНЧИК – посадочний майданчик (грунтовий або зі штучним покриттям) з спрощеним маркуванням, для виконання польотів вдень або вночі (за наявності нічного маркування) терміном до одного одного року.

6.3. Вибір ділянки

Місце для будівництва посадочного майданчика, як правило вибирається шляхом наземних вишукувань. У разі неможливості наземних вишукувань проводиться вибір посадкового майданчика з повітря.

Для будівництва посадочного майданчика вибирається земельна ділянка яка відповідає наступним вимогам:

- відсутність підтоплення паводковими і зливовими водами;
- відсутність, на прилеглій до ділянки місцевості, перешкод, що обмежують сектор зльоту і посадки більш ніж на 900 м;

- лінії електропередач, газо- і нафтопроводи, житлові будівлі та інші перешкоди повинні знаходитися від торців посадочної площадки на видаленні, передбаченому нормативною документацією, відповідно до положення площин обмеження перешкод;

- наявність надійних під'їзних шляхів;
- наявність додаткової земельної ділянки для обладнання вантажного майданчика при плануванні виконання перевезень вантажу на зовнішній підвісці.

6.4. Розміри елементів посадочних майданчиків та смуг повітряних підходів

Мінімальні розміри елементів посадкових майданчиків встановлюються залежно від габаритів і максимальної злітної маси вертольота (табл. 6.1, 6.2).

Для цілей цієї «Інструкції» та з урахуванням експлуатації інших ПС встановлена наступна умовна класифікація вертольотів за максимальною злітною масою.

Таблиця 6.1

Класифікація вертольотів в залежності від їхньої ваги

Класифікація	Максимальне навантаження на основну опору, G_{\max}
A	Більше 15 т (важкі)
B	5–15 т (середні)
C	менше 5 т (легкі)

Таблиця 6.2

Мінімальні розміри елементів посадочних майданчиків по класифікації

Елементи вертодрома	Розміри елементів по класифікації (м)		
	A($G > 15$ т)	B(5-15т)	C(менше 5т)
Довжина ЛП	200	120	120

Закінчення таблиці 6.2

Елементи вертодрома	Розміри елементів по класифікації (м)		
	A(G>15т)	B(5-15т)	C(менше 5т)
Ширина ЛП	50	50	35
Довжина ЗПС	190	110	110
Ширина ЗПС	20	20	15
Ширина БСБ	15	15	10
Довжина КСБ	5	5	5
Посадочні площадки (ПП)	80×80	50×50	35×35
Робоча площа посадочних площадок	20×20	20×20	15×15
Смуги безпеки посадочних площадок (БСБ, КСБ)	30	15	10
ПП, розташовані на дахах споруд та при піднятих платформах, обмежені комінгсом	35×28	21×17	15×12

Смуги безпеки мають бути підготовлені таким чином, щоб звести до мінімуму ризик пошкодження вертольота при можливому вилітанні з робочої площі майданчика, обладнані пристроями систем знепилювання й додатковими маркувальними знаками.

Допускається розміщення робочої площі в будь-якому місці посадочної площадки, при дотриманні розмірів смуг безпеки.

Робоча площа ґрунтової посадочної площадки повинна мати міцність підсилюючої поверхні:

- для вертольотів класів В, С – не менше 6 кг/см²;
- для вертольотів класу А – не менше 7 кг/см².

При меншій міцності, посадка з вимкненням двигунів неможлива. Розвантаження і вантаження виконується без скидання «Крок-газу» відповідно до рекомендацій КЛЕ вертольота.

Ухили робочої площі повинні бути не більше 0,08 (50) у напрямку зльоту і посадки і не більше 0,05 (30) у поперечному напрямку, при цьому висота нерівностей поверхні не більше 0,1 м.

При виконанні зльотів посадок по-вертолітному «без використання впливу повітряної подушки» – ПВП повинні відповідати

умові обмеження висоти перешкод 1:2 для вертольотів Мі-8, Мі-10 і умовою обмеження висоти перешкод 1:4 для вертольотів Мі-26. У бічних смугах підходу (закритому секторі) висота перешкод повинна відповідати умові 1:1.

ПВП і розміри посадочних майданчиків і льотних смуг для зльотів і посадок по-вертолітному «з використанням впливу повітряної подушки» або з розбігом / пробігом для вертольота Мі-8 вказані на рис. 6.2.

ПВП і розміри посадочних майданчиків і льотних смуг для зльотів і посадок по-вертолітному «з використанням впливу повітряної подушки» або з розбігом / пробігом для вертольотів Мі-6, Мі-10, Мі-26 вказані на рис. 6.3–6.6.

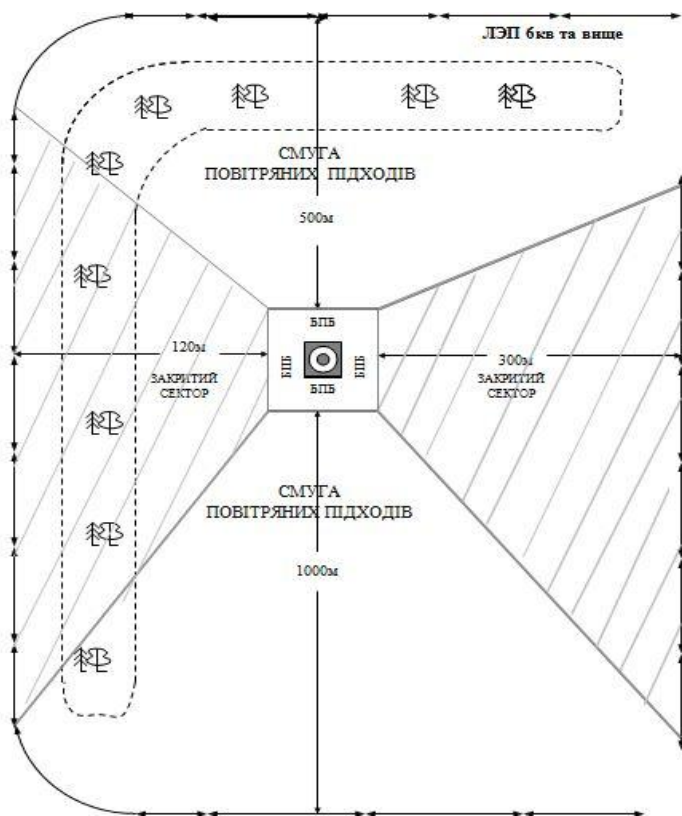


Рис. 6.1. Схема розміщення ЛЕП

Мінімальні розміри елементів вантажних майданчиків і повітряних підходів до них, повинні відповідати вимогам КЛЕ (для зльоту/посадки «поза зоною впливу повітряної подушки») експлуатованого типу вертольота найбільшою польотною маси. Маркування вантажного майданчика та умови її експлуатації визначаються прийнятною комісією.

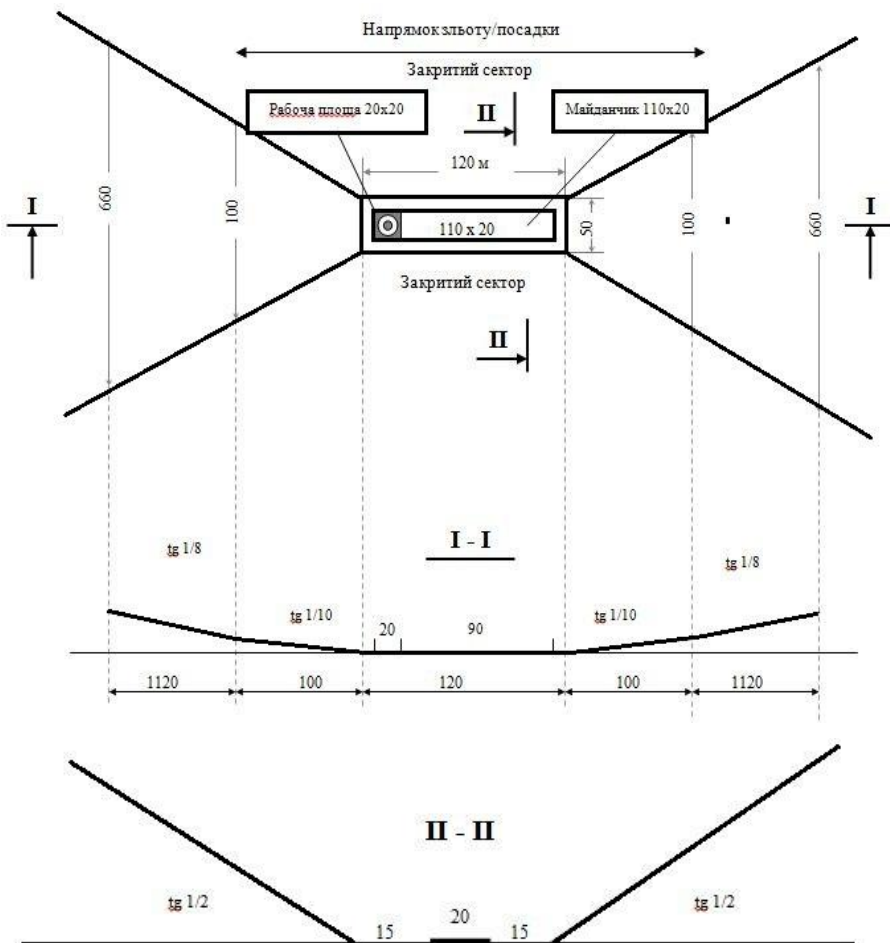


Рис. 6.2. Розміри смуг повітряних підходів і майданчика для зльоту та посадки по-вертолітному в зоні впливу «повітряної подушки» для вертольотів класу В

6.5. Конструкція посадочного майданчика

Улаштування посадкової площадки на ґрунті можливе при виконанні умов:

- міцність ґрунту не менше $6-7 \text{ кгс/см}^2$;
- є дерновий покрив, що перешкоджає виникненню вихору за-порощення. При міцності ґрунту менше встановленої, влашто-вується штучне покриття робочої площі.

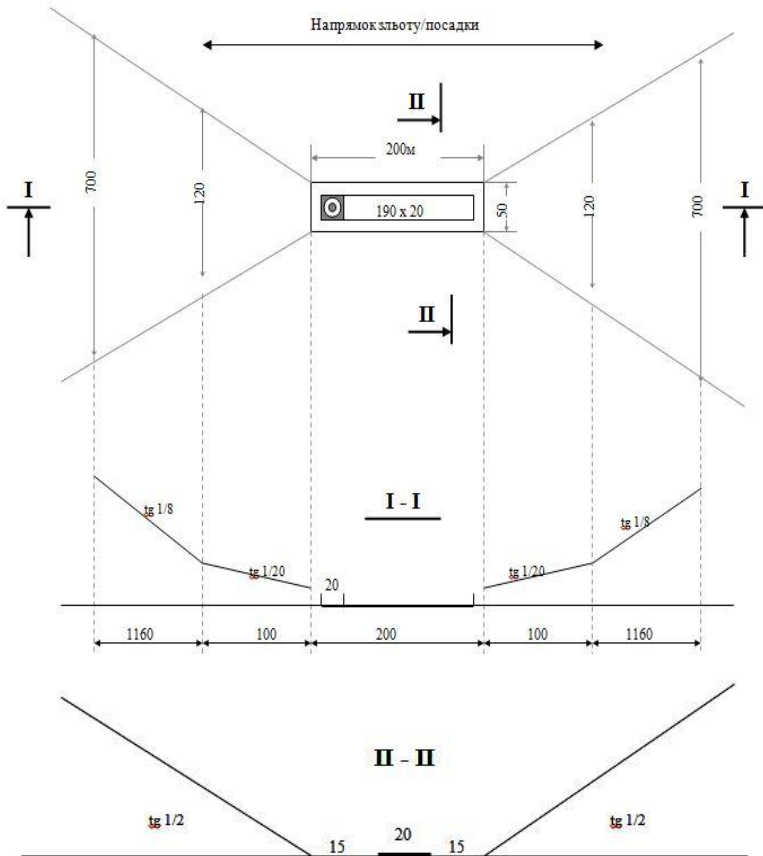


Рис. 6.3. Розміри смуг повітряних підходів та майданчики для зльоту та посадки по-вертолітному в зоні впливу «повітряної подушки для вертольотів класу А»

Для вертольотів класу В, С майданчик з настилом з колод влаштовується з колод діаметром не менше 180 мм в один накат. Колоди настилу повинні укладатися безпосередньо на ґрунт впоперек прийнятого старту і зв'язуватися між собою скобами. При недостатній рівності поверхні настилу з колод для експлуатації вертольотів класу В, за рішенням комісії необхідно будівництво дощатого настилу з мінімальними розмірами в плані 10 x 10 м. Дошки, товщиною 50 мм, повинні бути пов'язані між собою дротяною стяжкою. Якщо колоди підібрані за діаметром, чим забезпечується рівність поверхні, дощатий настил необов'язковий.

Для вертольотів класу А майданчики з настилом з колод влаштовуються з колод діаметром не менше 180 мм в два наката. Колоди настилу укладаються на ґрунт і зв'язуються між собою скобами. Причому колоди верхнього настилу укладаються впоперек нижніх і напрямки прийнятого старту (рис. 6.4).

В якості штучних покриттів для вертольотів класу А рекомендується прийняти збірний залізобетон, армобетон, цементобетон, допускається застосування асфальтобетону. За відсутності дернового покриття необхідно уалштування бічних смуг безпеки.

6.6. Обладнання посадочного майданчика

Обладнання посадкового майданчика повинно відповідати вимогам, передбаченим у «Посібнику з експлуатації цивільних аеродромів РФ» [208], дійсною «Інструкцією» [206] і здійснюється на договірних засадах представниками «Власника» під контролем авіафахівців.

Маркування посадкового майданчика проводиться для його ідентифікації та полегшення умов пілотування при зльоті та посадці. Маркування підрозділяється на літнє, зимове, денне і нічне.

Взимку дозволяється використання знаків, які добре видно на сніговій поверхні в світлу пору доби. В такому випадку експлуатація вертолітного майданчика обмежується тільки денним часом. Вночі майданчик може експлуатуватися лише за умови підсвітлення контуру посадочної ділянки.

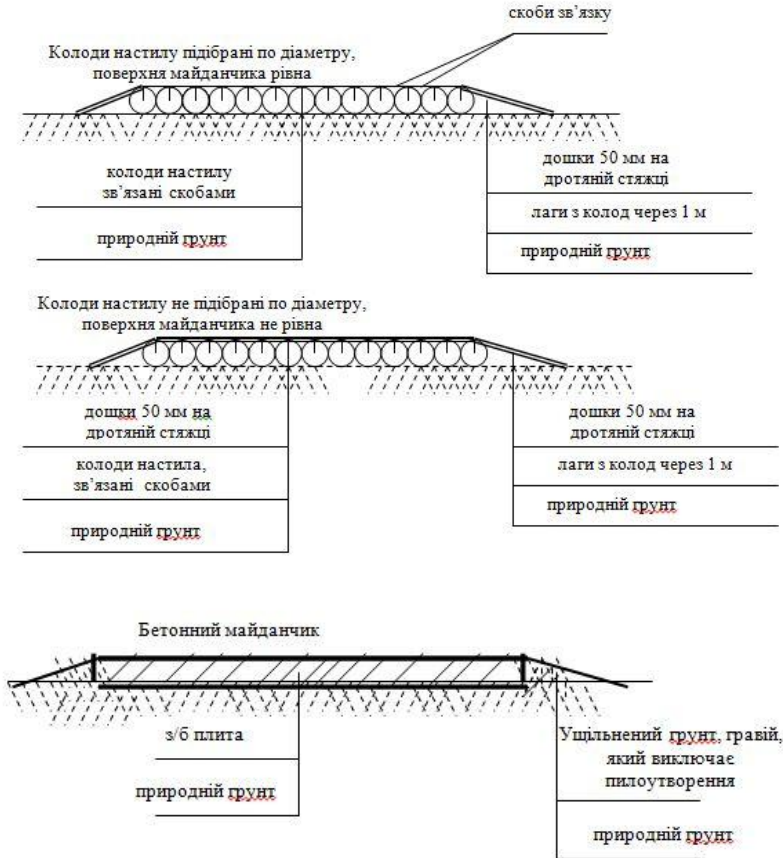


Рис. 6.4. Варіанти покриттів

Залежно від виду майданчика, сезону і часу доби та його використання повне маркування посадочної площадки змінюється:

а) посадочна площадка з бетонним покриттям маркується центральним і кутовими знаками, виконаними контрастною фарбою з вказівкою в центрі ідентифікаційного номера, або назви власника. Зазвичай майданчик додатково маркується по кутах прикордонними знаками (автопокришками контрастного кольору) і діагональними орієнтирами (прапорцями, щитами, ялинками).

Для нічних польотів посадочні майданчики обладнуються світлосигнальним обладнанням. (За рішенням експлуатанта візуальний сигналізатор глісади, прожектор підсвітки, приводний маяк і вогні наближення – можна не встановлювати).

б) майданчики з настилом з колод і ґрунтові майданчики маркуються кутовими знаками (автопокришками). Робоча площа по периметру може додатково обладнуватися комінгсом – $0,25 \times 0,3$ м, надійно скріпленим з робочою площею. Також майданчики обладнуються додатковими діагональними знаками і для нічних польотів – світлосигнальним обладнанням.

Всі маркувальні знаки повинні мати висоту не більше, ніж $0,5$ м над рівнем робочої площі.

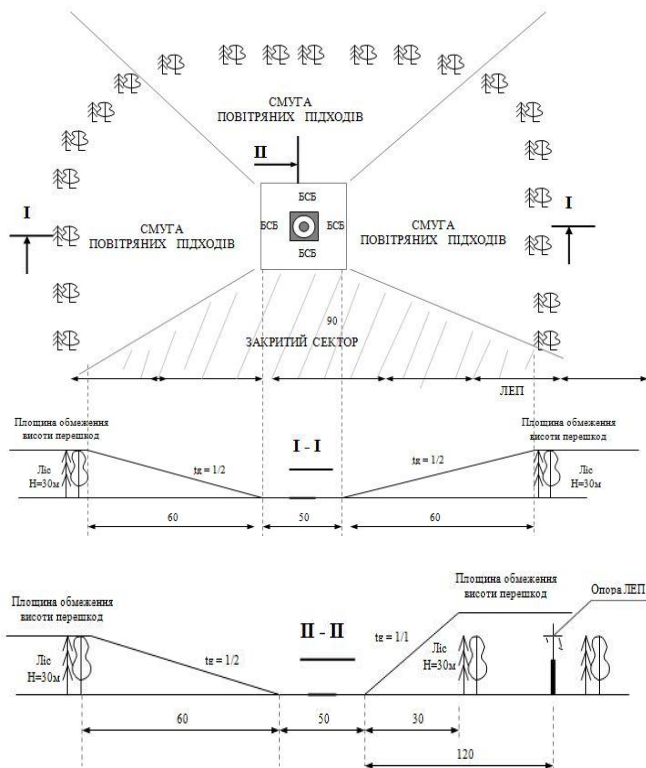


Рис. 6.5. Приклад підготовки смуг повітряних підходів (СПП) для зльоту та посадки по-вертолітному поза зоною впливу «повітряної подушки» для вертольотів класу В із урахуванням місцевих умов

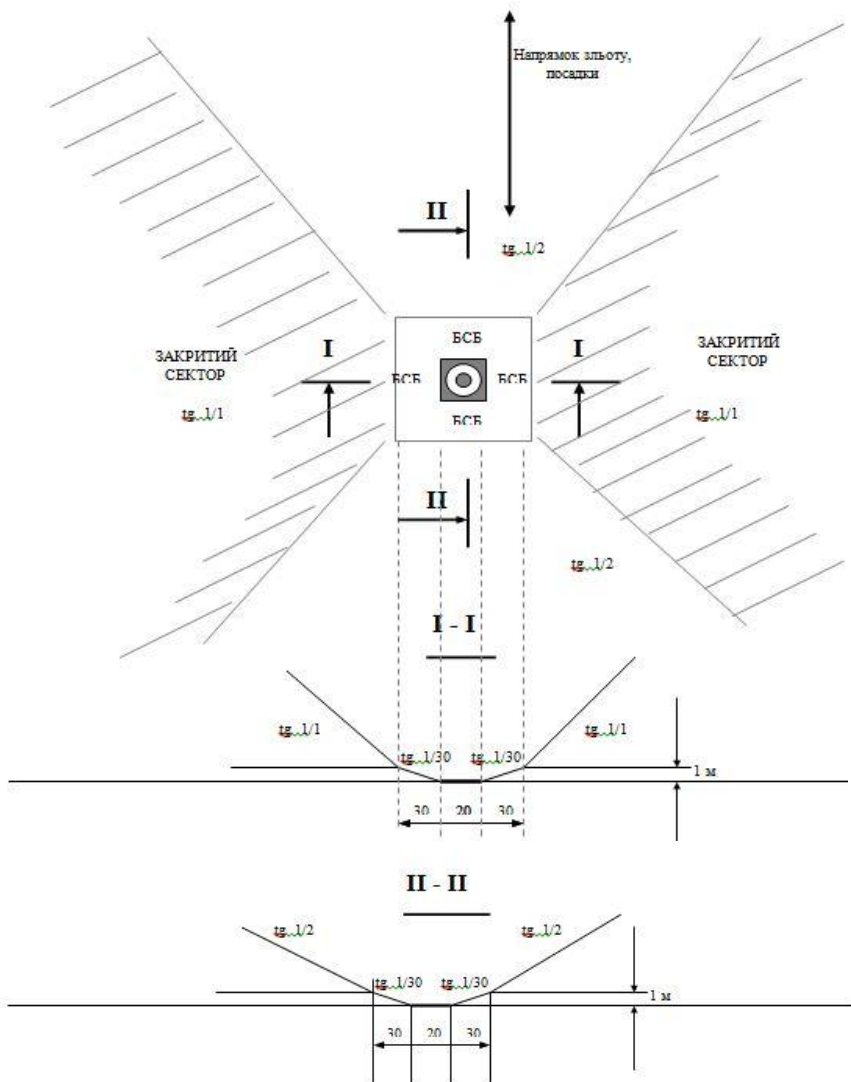


Рис. 6.6. Розміри смуг повітряних підходів та майданчика для зльоту та посадки по-вертолітному поза межу зони впливу «повітряної подушки» для вертольотів класу А

Майданчики для базування вертольотів повинні бути обладнані засобами первинного пожежогасіння.

За рішенням авіапідприємства, що приймає майданчик, на ньому може встановлюватися додаткове обладнання, залежно від конкретних умов експлуатації.

Вертодроми і посадочні майданчики обладнуються візуальними показниками напрямку вітру, встановленими таким чином, щоб екіпаж міг легко визначити фактичний напрям і силу вітру в смузі повітряних підходів при зльоті та посадці.

На всіх вертодромах і постійних посадкових майданчиках, за межами смуг безпеки у місцях підходів людей і під'їздів транспорту встановлюються попереджувальні знаки: «СТІЙ! НЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА! ПІДХІД І ПІД'ІЗД ДО ВЕРТОЛЬОТА ТІЛЬКИ ПО КОМАНДІ ЕКІПАЖУ!»

6.7. Навантажувально-розвантажувальні роботи

Робоча площа посадочної площадки повинна бути вільна від вантажів, пошти, особистих речей пасажирів та інших сторонніх предметів на весь період експлуатації.

Вантаж, підготовлений до перевезення усередині фюзеляжу, дозволяється складати за межами робочої площі не ближче ніж 15 м для вертольотів класів В і С, і 21 м для вертольотів класу А.

Категорично виключається знаходження на посадочній площадці незакріплених предметів (брзент, дахове залізо, скло, фанера, толь, папір, пакети і. т.д.), які можуть бути захоплені струменем від несучого гвинта. Такі предмети в незакріпленому вигляді можуть розташовуватися на відстані одного діаметра несучого гвинта від майданчика, тобто не ближче: 22 м для вертольотів класу В, С; 35 м для вертольотів класу А.

Великогабаритний та великоваговий вантаж, підготовлений для перевезення на зовнішній підвісці, повинен знаходитися на відкритій місцевості (спеціально виділеному майданчику) за межами БСБ. Сюди ж вкладається вантаж, привезений на зовнішній підвісці.

Для виключення або зменшення сніжного (взимку), запорошеного, піщаного (влітку) вихору необхідно проводити заходи:

- взимку робоча площа вертодрому (площадки) очищується від снігу або його ущільнення;
- влітку закріплення пилу і піску проводиться шляхом поливу водою.

6.8. Допуск до експлуатації

Будівництво (реконструкцію) вертодромів і посадочних майданчиків здійснює «Замовник» відповідно до норм і правил, передбачених СНиП, Керівництвом з експлуатації [208], «Посібником по проектуванню вертолітних станцій, вертодромів і посадочних майданчиків для вертольотів ЦА» [82] і дійсною «Інструкцією» [206].

Для здачі майданчика в експлуатацію «Замовник» (Власник) видає авіапідприємству (експлуатанту вертодрому), яке планує виконання польотів на цей майданчик на підставі 2-х стороннього договору, заявку встановленого зразка.

Якщо на вертодромі (майданчику) планується виконання польотів декількох експлуатантів одночасно, «Замовник» (Власник) вертодрому визначає експлуатанта ВТ (підрядника виконання авіаційних робіт), якому на договірній основі доручає проведення необхідних заходів з приймання, реєстрації та організації польотів на вертодромі.

Допуск до експлуатації вертодромів і постійних посадочних майданчиків «Замовника» здійснюється в наступному порядку.

Прийом майданчика в експлуатацію проводиться комісією експлуатанта за участю представників аеродромної служби під головуванням старшого льотного командира (радника з питань безпеки). Комісія перевіряє фактичний стан посадкового майданчика та його відповідність правилам експлуатації заявленого типу. Допуск до експлуатації постійного та тимчасового майданчика здійснюється наказом по авіапідприємству.

За результатами перевірки комісією експлуатанта складається двосторонній акт приймання у відповідності з «Інструкцією з виробництва польотів» встановленого зразка, яка затверджується старшим авіаційним начальником авіапідприємства, вноситься до «Реєстру посадкових майданчиків експлуатанта».

У випадках, коли на посадочній площадці планується виконання польотів декількох експлуатантів одночасно, приймання такого майданчика може здійснюватися спільною комісією зацікавлених експлуатантів, на підставі договору про співпрацю та обмін інформацією, яким передбачається порядок взаємодії з організації, забезпечення та виконання польотів.

Вертодром (посадковий майданчик), що знаходиться в межах району вертодрому, допускається до експлуатації після додаткового узгодження з першим керівником аеропорту та інженерною службою даного аеродрому, з внесенням змін до уставних документів вертодрому.

Порядок зберігання експлуатаційної документації на вертодроми і посадочні майданчики, її доведення до осіб льотного складу визначає авіапідприємство (експлуатант).

6.9. Організація польотів і контроль експлуатаційного стану

Польоти на вертодромах і посадочні майданчики організовуються і виконуються згідно з вимогами НВП ГА – 77 [82], вимогами експлуатанта, інструкції з виконання польотів відповідного майданчика.

Періодичний контроль експлуатаційного стану здійснюють особи командно – льотного складу експлуатанта, відповідальні за безпеку та організацію льотного руху, один раз на 6 місяців при проведенні міжсезонної підготовки. Результати оформляються наказом по підприємству.

Дії посадових осіб авіакомпаній з обмеження (заборони) польотів поширюються тільки на персонал своїх авіакомпаній. При необхідності введення загального режиму обмежень польотів, рішення про таке обмеження приймається за поданням авіакомпанії.

При отриманні інформації в польоті про наявність обмежень (заборон) польотів на майданчиках (вертодромів) «Замовника», керівництво має право прийняти остаточне рішення про продовження (припинення) польоту і інформувати інженерну службу про своє рішення.

Регулярний контроль експлуатаційного стану майданчиків здійснюють відповідальні особи «Замовника» і командири вертольотів з відміткою про їх відповідно в «Журналі стану посадочних майданчиків» не рідше одного разу на 10 днів. За відсутності інформації про стан посадочного майданчика рішення про політ на неї приймає особа яка представляє експлуатанта повітряного судна.

Польоти з виконання авіаційних робіт (крім термінових польотів з обслуговування організацій охорони здоров'я та проведення

пошуково-рятувальних та аварійно-рятувальних робіт), на майданчики підібрані з повітря і майданчики, які мають денне маркування, *повинні починатися* через 30 хвилин після настання світанку і закінчуватися за 1 годину до настання темряви, визначеної за місцевим часом координат розташування майданчика.

Нічні польоти здійснюються на майданчики, які мають справне світлотехнічне обладнання. Допуск майданчиків до нічних польотів оформляється наказом по авіапідприємству і є підставою для прийняття командиром ПС рішення на виліт.

При виконанні будівельно-монтажних робіт (БМР) із застосуванням вертольотів, обмеження розмірів посадкових майданчиків і повітряних підходів до них передбачаються технологіями виконання відповідного виду будівельно-монтажних робіт, спеціальними інструкціями і КЛЕ даного типу.

7. ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРТОДРОМІВ ТА ПОСАДОЧНИХ МАЙДАНЧИКІВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

7.1. Основні визначення і загальні положення

Вертодром – спеціально підготовлена ділянка, що має комплекс споруд та обладнання, що забезпечує злети, посадки, руління, зберігання та обслуговування вертольотів.

Посадковий майданчик – ділянка місцевості або різного роду споруди, придатні для зльотів і посадок вертольотів.

Вертодроми і посадочні майданчики можуть бути *постійними і тимчасовими*. До перших відносяться вертодроми, обладнані для постійної експлуатації вертольотів, зареєстровані в установленому порядку і мають свідоцтва про реєстрацію.

Тимчасові – вертодроми і посадочні майданчики, що не мають стаціонарного обладнання і підготовлені для зльотів і посадок вертольотів на обмежений термін (не більше одного року). Умови льотної роботи на них відповідають польотам з підбором посадкових площадок з повітря.

Виконання польотів з тимчасових вертодромів і посадочних майданчиків дозволяється у таких випадках:

- при польотах за санітарними завданнями;
- виконанні авіаційно-хімічних робіт;
- виконанні транспортно-зв'язкових польотів по обслуговуванню геологічних та інших експедицій;
- аварійно-рятувальних роботах;
- виконанні зйомочно-пошукових робіт.

На вертодроми (посадкові майданчики) поширюються вимоги до аеродромів, наведені в розділі IV (§ 30-38) Повітряного Кодексу СРСР [209].

Постійні вертодроми поділені на три класи:

I – для експлуатації вертольотів всіх класів;

II – для експлуатації вертольотів II, III і IV класів;

III – для експлуатації вертольотів III і IV класів.

Основними складовими елементами вертодрому є:

- льотна смуга;
- смуги повітряних підходів;
- руліжні доріжки;

- місця стоянки вертольотів;
- перон;
- швартувальні майданчики;
- службово-технічна територія.

Льотна смуга (ЛС) – ділянка вертодрому, спеціально вибрана за умовами вітрового завантаження, рельєфу місцевості і повітряних підходів, що забезпечує зліт і посадку вертольотів у двох взаємно протилежних напрямках. До складу льотної смуги входять: робоча площа, кінцеві і бічні смуги безпеки,

Робоча площа – частина льотної смуги, призначена для розбігу і відриву при зльоті, приземленні пробігу при посадці вертольотів.

Злітно-посадкова смуга (ЗПС) – робоча площа льотної смуги або частина її, що має штучне покриття і забезпечує цілорічну експлуатацію вертольотів.

Кінцеві смуги безпеки (КСБ) – сплановані ділянки льотної смуги, розташовані у кінців її робочої площі. Вони призначені для використання при викочуванні або передчасному приземленні вертольотів при зльоті та посадці по літаковому, а також викочуванні за межі робочої площі для погашення швидкості і випадку перерваного зльоту.

Бічні смуги безпеки (БСБ) – ґрунтові ділянки льотної смуги, розташовані вздовж її робочої площі і призначені для забезпечення безпеки рух по ґрунту в разі можливих відхилень вертольотів за межі робочої площі при розбігу і пробігу.

Смуги повітряних підходів (СПП) – частина території, що приймає до кінців льотної смуги і розташовані в напрямку продовження її осі, над якою проводиться набір висоти і розворот при зльоті, а також захід на посадку і зниження вертольота.

Перешкоди – природні та штучні піднесення, що знаходяться на території, прилеглий до вертодрому (посадочний майданчик), які можуть бути причиною аварії при виконанні польотів. Висота перешкод у смугі повітряних підходів обмежується умовної похилою площиною, яка утворює з горизонтом кут θ . У плані зазначена площина має форму трапеції (a, b, c, d).

Бічна площина обмеження перешкод є умовною площиною, що проходить від зовнішнього кордону бічної смуги безпеки під кутом β до тієї ж висоти, що й площина обмеження перешкод у напрямку смуги повітряних підходів (рис. 7.1).

Руліжні доріжки (РД) – спеціально підготовлені та обладнані колії, призначені для руління і буксирування вертольотів. Руліжні доріжки з'єднують між собою окремі елементи вертодрому (посадкового майданчика).

Місце стоянки (МС) – спеціально збудовані та обладнані майданчики, призначені для зберігання експлуатаційно-технічного обслуговування вертольотів.

Перон – майданчик, призначений для стоянки вертольотів під час посадки і висадки пасажирів, навантаження і розвантаження пошти, багажу та вантажів, у також для технічного обслуговування транзитних вертольотів.

Швартувальні майданчики (ШМ) – спеціально обладнані якірними кріпленнями майданчики з штучним покриттям, призначені для випробування вертольотів на прив'язі, що забезпечує форсований режим робіт двигунів, і для проведення ресурсних випробувань вертольотів.

Службово-технічна територія (СТТ) – частина ділянки вертодрому, на якій розташовуються пасажирські, службово-технічні будівлі та інженерні споруди.

За своїм виробничим і експлуатаційно-технологічним призначенням постійні вертодроми (посадкові майданчики) поділяються на транспортні та спеціального застосування.

Транспортні – призначені для забезпечення регулярних пасажирських, поштових і вантажних перевезень на повітряних лініях місцевого значення. Вони можуть розташовуватися на землі, на дахах будівель, на піднятих над землею або водною поверхнею спеціальних платформах.

У свою чергу транспортні вертодроми поділяються на базові, кінцеві і проміжні.

Базовими називаються вертодроми постійного базування вертольотів, забезпечують їх формами регламентного обслуговування.

Кінцевими називаються вертодроми, в яких вертоліт закінчує політ за заданим маршрутом. У них виконується повне розвантаження вертольота, техобслуговування та завантаження для повернення на базовий вертодром.

Проміжними називаються вертодроми, в яких вертоліт здійснює посадку відповідно до розкладу при польоті по заданому маршруту.

Вертодром спеціального застосування – призначений для базування і технічного обслуговування вертольотів, що виконують авіаційно-хімічні, геологорозвідувальні та інші роботи народногосподарського значення, включаючи і надання швидкої медичної допомоги населенню.

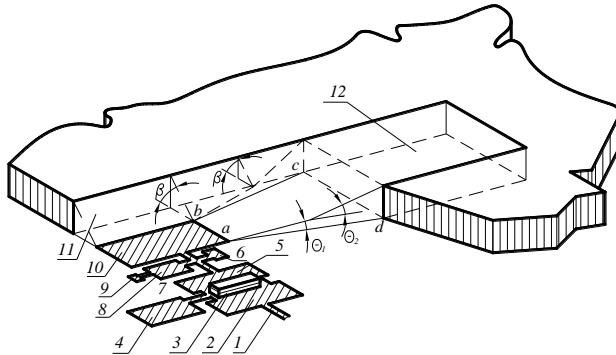


Рис. 7.1. Основні елементи вертодрому: 1 - під'їзна автодорога; 2 – привокзальна площа, 3 – аеровокзал (пасажирський павільйон); 4 – службово-технічна територія, 5 – перон; 6 – індивідуальне місце стоянки вертольота (МС); 7 – руліжні доріжки, 8 – групове МС; 9 – швартувальний майданчик; 10 – ґрунтова льотна смуга або ЗПС; 11 – бічна площа обмеження перешкод; 12 – площа обмеження перешкод у смузі повітряних підходів

Польоти з вертодромів і посадочних майданчиків повинні виконуватися відповідно до Керівництва з льотної експлуатації вертольотів.

7.2. Постійні вертодроми та посадочні майданчики

Загальні вимоги. Призначена для будівництва вертодрому земельна ділянка повинна задовольняти наступним вимогам:

- мати достатні розміри для розташування однієї або декількох льотних смуг і службово-технічної території, з урахуванням перспективного розвитку вертодрому;
- розташовуватися вільними повітряними підходами до робочої площі;
- не перебувати в районі, де регулярно спостерігаються несприятливі атмосферні умови (низька хмарність, тумани, затоплюваність зливовими або паводковими водами), а також побли-

зу заводів, фабрик, теплоелектростанцій та інших об'єктів, що створюють задимлення і тим самим погіршують умови видимості;

- не розташовуватися в безпосередній близькості від житлових кварталів і не заважати перспективному розвитку заселеного пункту;
- знаходитися поблизу джерел електропостачання, ліній теплофікації, водопостачання, зв'язку, каналізації, наземних видів транспорту і станцій метрополітену;
- мати мінімальні витрати на освоєння, мінімальні площі земельних ділянок, необхідних для будівництва вертодромів (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Площі земельних ділянок

Вагові категорії вертольотів	Площі земельних ділянок, га		
	проміжний вертодром	кінцевий вертодром	базовий вертодром
Важкі (Мі-6, Мі-10К, Ми-26)	2,5	4,0	25
Середні (Мі-4, Мі-8)	1,5	2,5	12
Легкі (Мі-2, Ка-26, Ка-18)	1,0	1,5	8

Під робочу площу вертодрому (посадочний майданчик) належить вибирати ділянку з міцним ґрунтом і щільним дерновим покриттям (де це можливо), що запобігає виникненню пилу, видування і розмивання ґрунтів, а також утворення бруду.

Вертодроми і посадочні майданчики, суміщені з транспортними та іншими спорудами міста, розташовуються на плоских дахах цих будівель тільки в тому випадку, якщо поряд немає відповідної земельної ділянки.

На даху будівлі, окрім робочої площі, МС та інших складових елементів вертодрому (посадкового майданчика) рекомендується споруджувати тільки диспетчерську. Пасажирські, службові та підсобні приміщення слід розташовувати на технічному поверсі. У напрямку зльоту і посадки необхідно передбачати вільну площу у ви-

гляді газону скверу з низькорослим чагарником, спортмайданчики і т.п. для аварійної посадки вертольота на режимі авторотації.

При розташуванні вертодромів і посадочних майданчиків в ущелинах гір ширина ущелини повинна бути не менше 1500 м для важких вертольотів (типу Мі-26), 1000 м для середніх (Мі-8, Мі-4) і легких вертольотів (Мі-2, Ка-26 і ін.)

При влаштуванні вертодромів і посадочних майданчиків на косах річок і берегах водойм, верхній шар яких складається з гальки або ущільненого піску, необхідно звертати особливу увагу на якість підстилаючого шару, який повинен витримувати навантаження від коліс вертольота.

Вертодроми і посадочні майданчики повинні мати конуси вітровказівники встановленого зразка для місцевих повітряних ліній. Щогла, на якій кріпиться вітра вказівник, повинна мати висоту $6 \div 8$ м.

Для виконання злітно-посадкових операцій вночі і в умовах поганої видимості постійні вертодроми і посадочні майданчики повинні мати радіонавігацію та світлове обладнання, тимчасові – світлове обладнання спрощеного типу.

Льотні смуги та повітряні підходи до них. Кількість льотних смуг приймається залежно від місцевих умов, розмірів земельної ділянки, її рельєфу, інтенсивності руху, повітряних підходів, швидкості і напрямку панівних вітрів. За наявності вільної площі, спокійного рельєфу місцевості і вільних повітряних підходів робочу площу слід приймати у вигляді кола або квадрата, форма яких є найбільш оптимальною для забезпечення зльоту і посадки вертольотів. У разі відсутності зазначених умов робоча площа приймається у формі витягнутого прямокутника (льотної смуги), що допускає улаштування старту тільки в двох взаємно протилежних напрямках.

Діаметр кола і розміри квадрата приймаються по довжині розрахункової льотної смуги для відповідного типу вертольота.

При недостатній несучій здатності ґрунту або його запиленості, коли експлуатація вертольотів не забезпечується в будь-який час року, на ґрунтовій ЗПС, в її центральній частині, влаштовується злітно-посадкова смуга із штучним покриттям, як зазначено на рис. 7.2.

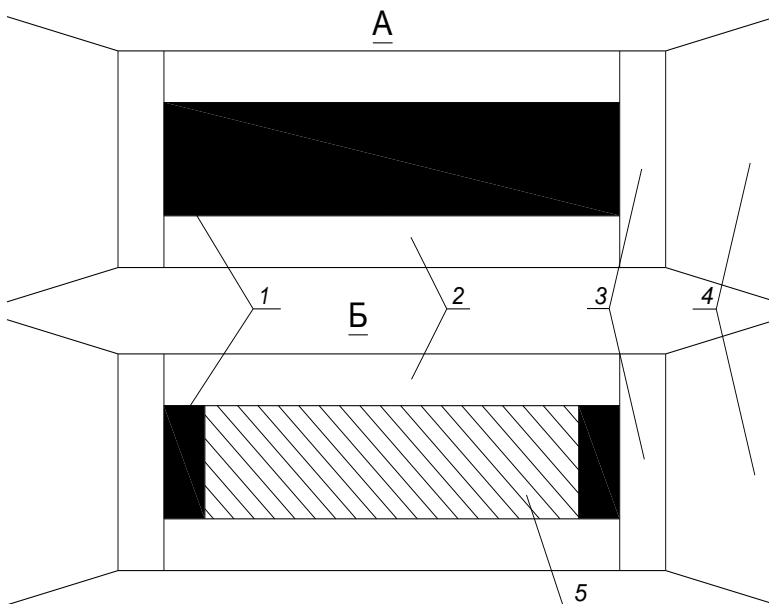


Рис. 7.2. Злітно-посадкова смуга із штучним покриттям:
 А – ґрунтова льотна смуга (ЛІС); Б – льотна смуга з ЗПС;
 1 – робоча площа, 2 – бічна смуга безпеки (БСБ), 3 – кінцева смуга безпеки (КСБ); 4 – смуга повітряних підходів (СПП); 5 – злітно-посадкова смуга із штучним покриттям (ЗПС)

Навантаження на опори при стоянці дані в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Розподілення навантаження на опори вертольотів при стоянці

Модель вер- тольота	Розрахункова вага, кг	Розподілення ваги, %	
		Передня опора	Основні опори
Мі-2	3550	25,6	74,4
Мі-4	7500	17,0	83,0
Мі-6	42500	23,0	77,0
Мі-10К	38000	18,8	81,2

Закінчення табл. 7.2

Модель вертольота	Розрахункова вага, кг	Розподілення ваги, %	
		Передня опора	Основні опори
Мі-26	56000	20,0	80,0
Ка-26	3250	20,0	80,0
Ка-18	1480	16,0	84,0

Поверхня льотних смуг вертодромів (посадочних майданчиків) повинна мати ухили, що забезпечують нормальну роботу вертольотів, а також природний стік поверхневих вод.

Максимально допустимі ухили льотних смуг постійних наземних вертодромів і посадочних майданчиків наведені в табл. 7.3.

Таблиця 7.3

Ухили льотної смуги та ЗПС

Вагова категорія вертольотів	Ґрунтова льотна смуга		ЗПС із штучним покриттям	
	поздовжній ухил	поперечний ухил	поздовжній ухил	поперечний ухил
Важкі (Мі-6, Мі-26)	0,025	0,02	0,02	0,015
Середні та легкі (Мі-8, Мі-4, Мі-2, Ка-26, Ка-18)	0,03	0,02	0,025	0,015

Для забезпечення водовідведення рекомендуються такі мінімальні ухили:

- ґрунтова льотна смуга – 0,005;
- ЗПС із штучним покриттям – 0,008 (поперечні).

Найбільш раціонально влаштовувати двосхилий поперечний профіль штучних покриттів вертодрому. Ухили робочої площі вертодромів і посадочних майданчиків, розташованих на дахах будівель і піднятих платформах, не повинні перевищувати 0,01.

Розміри льотних смуг вертодромів, посадкових майданчиків і повітряних підходів до них дані в таблиці 7.4 та на рис. 7.3.

Таблиця 7.4

**Розміри елементів вертодромів і посадочних майданчиків,
також повітряних підходів до них**

№ з/п	Найменування одиниці виміру	Тип вертольоту				
		Мі-6, Мі-10К	Мі-8	Мі-4	Мі-2	Ка-26, Ка-18
1	Мінімальні розміри льотних смуг при зльоті та посадці, м: – по-літаковому або з коротким розгоном-пробігом, в т.ч. робоча площа;	250x10 0 200x50	180x60 150x30	150x60 120x30	150x45 130x40	120x40 100x20
	– по-вертолітному з урахуванням впливу «повітряної подушки», в т.ч. робоча площа;	200x10 0 150x50	120x60 90x30	120x60 90x30	120x45 100x25	100x40 80x20
	– по-вертолітному з урахуванням впливу «повітряної подушки», в т.ч. робоча площа;	100x10 50x50	60x60 30x30	60x60 30x30	36x36 16x16	36x36 16x16
2	Мінімальні розміри ЗПС постійних вертодромів і посадочних майданчиків при зльоті та посадці, м:					

Продовження табл. 7.4

№ з/п	Найменування одиниці виміру	Тип вертольоту				
		Мі-6, Мі-10К	Мі-8	Мі-4	Мі-2	Ка-26, Ка-18
	по-літаковому або з коротким розгоном-пробігом;	200×50	120×30	90×30	110×25	80×20
	по-вертолітному;	50×50	30×30	30×30	16×16	16×16
3	Мінімальні розміри робочої площі тимчасових вертодромів, посадкових майданчиків при зльоті та посадці, м: – по-літаковому або з коротким розгоном-пробігом; – по-вертолетному;	200×50	120×30	90×30	110×25	80×20
		30×30	10×10	10×10	6×6	6×6
4	Мінімальні розміри кінцевих і бічних смуг безпеки, оточуючих робочу площу вертодромів і посадочних майданчиків, м	25	15	15	10	10
5	Висота h обмеження перешкод у зоні повітряних підходів вертодромів або посадочних майданчиків, м	150	150	150	150	150

Продовження табл. 7.4

№ з/п	Найменування одиниці виміру	Тип вертольоту				
		Мі-6, Мі-10К	Мі-8	Мі-4	Мі-2	Ка-26, Ка-18
6	Мінімальні розміри ділянок повітряних підходів l_1 і l_2 , м, а також максі формальні величини тангенсів кутів нахилу умовної площини обмеження перешкод $tg \theta_1$, $tg \theta_2$ при зльоті та посадці:					
	а) по-літаковому і по-вертолітному з використанням впливу «повітряної подушки»:					
	l_1	100	100	100	100	100
	l_2	1160	1120	1160	1160	1150
	$tg \theta_1$	1:20	1:10	1:20	1:20	1:15
	$tg \theta_2$	1:8	1:8	1:8	1:8	1:8
	$tg \beta$	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
	ширина розтруба (b) умовної площини обмеження перешкод у кінці ділянки l_1 , м	150	100	100	85	80
ширина розтруба (b_1), умовної площини обмеження перешкод у кінці ділянки l_2 , м	700	660	660	645	640	

Продовження табл. 7.4

№ з/п	Найменування одиниці виміру	Тип вертольоту				
		Мі-6, Мі-10К	Мі-8	Мі-4	Мі-2	Ка-26, Ка-18
6	б) по-вертолітному без використання впливу повітряної подушки					
	l_1	300	300	300	300	300
	$tg \theta_1$	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
	$tg \beta$	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
7	Мінімальні розміри посадочних майданчиків, розташованих на вершинах гір, сідловинах, терасах з відкритими повітряними підходами в напрямку старту, м при цьому:	50x50	40x30	30x25	30x25	30x25
7	– спосіб зльоту або посадки на цей майданчик	по-вертолітному без використання впливу «повітряної подушки»	по-вертолітному із використання впливу «повітряної подушки»	по-вертолітному із використання впливу «повітряної подушки»	по-вертолітному із використання впливу «повітряної подушки»	по-вертолітному із використання впливу «повітряної подушки»

Закінчення табл. 7.4

№ з/п	Найменування одиниці виміру	Тип вертольоту				
		Мі-6, Мі-10К	Мі-8	Мі-4	Мі-2	Ка-26, Ка-18
7	– мінімальне перевищення такого майданчика над загальним рельєфом місцевості в бік зльоту має становити, м	0	300	300	300	300
	– мінімальна відстань від майданчика до перешкод, м	500	500	500	500	500
8	Мінімальні розміри посадочних майданчиків, розташованих на дахах будівель і піднятих платформах, м	45×35	25×20	25×20	20×15	20×15

Примітки. 1. Розміри льотних смуг і повітряних підходів до них дано без урахування відмови двигуна.

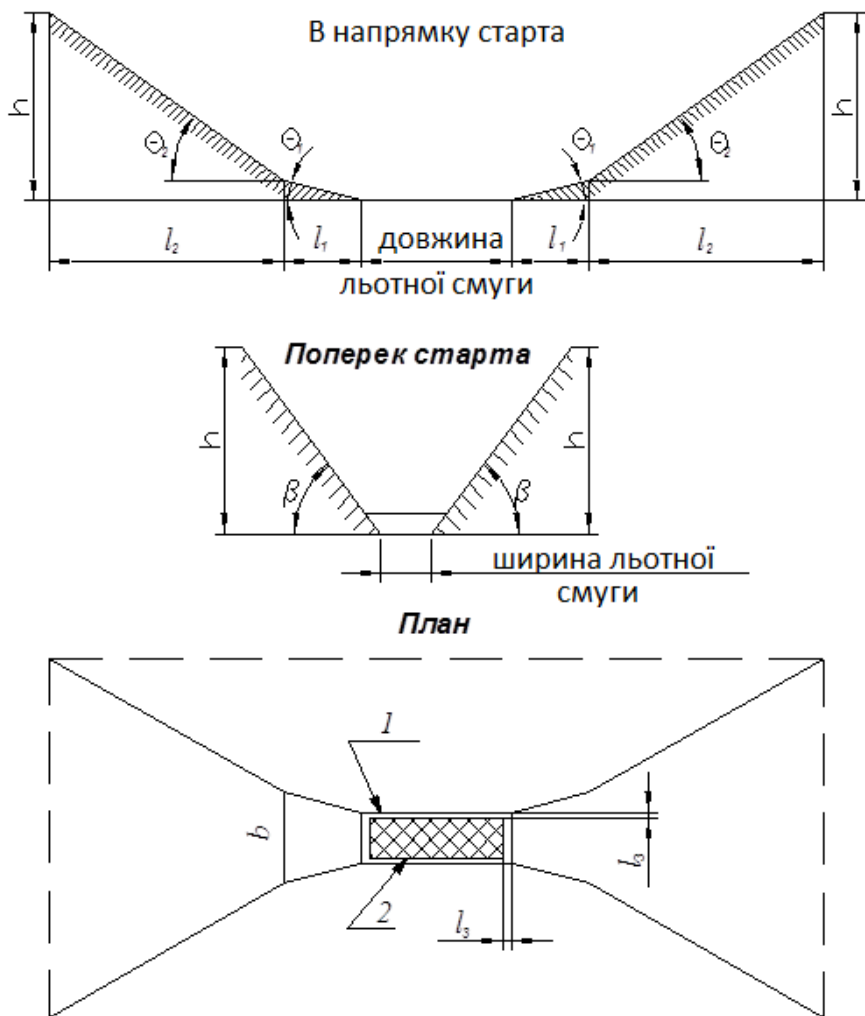


Рис. 7.3. Схема розмірів льотних смуг і повітряних підходів вертодромів і посадочних майданчиків:
 1 – льотна смуга; 2 – підготовлена робоча площа або ділянка приземлення

Зліт з використанням впливу повітряної подушки виконується за наявності підходів, зазначених у п. 6,а табл 7.4.

Зліт без використання впливу повітряної подушки при підходах, що відповідають лише умовам п. 6,б табл 7.4.

На кінцевих і бічних смугах безпеки тимчасових вертодромів і посадочних майданчиків, які забезпечують зліт і посадку по літаковому або з коротким розгоном-пробігом, допускаються перешкоди висотою не більше 0,5 м. Виняток становлять тимчасові вертодроми і посадочні майданчики, що забезпечують зліт і посадку тільки по вертолітному. У цьому випадку на кінцевих смугах безпеки ніякі перешкоди не допускаються.

Повітряні високовольтні лінії електропередач, розташовані в межах повітряних підходів, крім обмежень по висоті, повинні бути віддалені від кордону льотної смуги не менше ніж на 1 км. Ця відстань може бути зменшена, якщо високовольтні лінії по всій ширині смуги повітряних підходів з боку вертодрому закриті більш високими перешкодами (будівлями, складками місцевості). Якщо вертодром має тільки двостороннє напрямом для зльотів і посадок, то відстань установки високовольтної лінії електропередач з бічних сторін льотної смуги може бути зменшена до 300 м і ближче в тому випадку, коли високовольтна лінія електропередач закрита більш високими перешкодами, розташованими не менше ніж за 75 м від бічних сторін ґрунтової льотної смуги або ЗПС.

Місця стоянок, швартовочні майданчики, руліжні доріжки та перони. Місця стоянок для вертольотів можуть бути груповими та індивідуальними.

Групові МС вимагають значно меншої території скорочують протяжність руліжних доріжок з штучним покриттям. Індивідуальні МС застосовуються, головним чином, в тому випадку, коли з них повинні виконуватися злітно-посадочні операції з випробовуванням двигунів на режимі висіння біля землі без прив'язі.

Місця стоянок вертольотів слід розташовувати поза зоною повітряних підходів. Бажано, щоб їх поздовжні висі збігалися з напрямком пануючих вітрів більшої сили, а вітри праворуч мали мінімальні швидкості.

Місця стоянок повинні мати штучне покриття або міцний ґрунт з щільним дерновим покривом. Площа штучних покриттів приймається мінімальною, що забезпечує нормальні умови експлуатації.

Залежно від способу установки вертольота, місця стоянок з штучним покриттям поділяються на два основних типи: перший – забезпечує зарулювання вертольота на тязі несучого гвинта або за допомогою буксирувальника і розворот його навколо основного колеса, другий – установку вертольота з розворотом в повітрі при підльоті на малій висоті. Другий тип стоянки слід застосовувати тільки для середніх і легких вертольотів. Розміри МС рекомендується приймати згідно табл. 7.5.

Таблиця 7.5

Розміри місць стоянки

Тип вертольота	Розміри місць стоянки, м	
	1 типу	2 типу
Мі-10, Мі-6	–	–
Мі-8, Мі-4	48×32	22×12
Мі-2, Ка-26, Ка-18	21×18; 18×14	14×10 6×6

Відстань між несучими гвинтами вертольотів на групових місцях стоянок залежить від способу їх пересування. При рулінні вертольотів на власній тязі відстань між кінцями лопастей їх несучих гвинтів повинна дорівнювати радіусу несучого гвинта розрахункового вертольота.

При переміщенні вертольотів за допомогою буксирувальника ця відстань приймається рівною 8, 5 і 3 м відповідно для важких, середніх і легких вертольотів. Відстань між двома протилежними рядами вертольотів на груповий МС (за втулками несучих гвинтів) повинна дорівнювати трьом діаметрам несучого гвинта розрахункового типу вертольота (табл. 7.6, рис. 7.4).

Відстань між кінцями лопастей несучих гвинтів вертольота на МС і вертольота на власній тязі по РД повинно бути не менше: для вертольотів Мі-6, Мі-10, Мі-26 – 35; Мі-4, Мі-8, Ка-32 – 22; Мі-2, Ка-26 – 15; Ка-18 – 10 метрів.

Розриви між МС і льотної смугою, а також між індивідуальними МС (по осях), з яких проводиться зліт і посадка, повинні прий-

матися рівними трьом діаметрам несучого гвинта розрахункового вертольота (рис. 7.5). Розрив між різнотипними вертольотами, які стоять поруч на МС або пероні, повинен прийматися за нормами, зазначеними для більшого з них.

Таблиця 7.6

Відстань між вертольотами на групових МС (в метрах)

Ро-зриви	Типи вертольотів								
	Mi-6	Mi-10	Mi-26	Mi-8	Mi-4	Ка-32	Mi-2	Ка-26	Ка-18
а	8	8	8	5	5	5	3	3	3
б	18	18	18	11	11	11	7	6	5
в	100	100	100	63	63	63	43	39	30

Максимально допустимі ухили МС незалежно від типу покриттів повинні бути не більше 0,015. Мінімальні ухили ті ж, що і для льотних смуг. Для ґрунтових МС за поздовжній приймається ухил по довгій стороні площі МС, а для індивідуальних МС – у напрямку поздовжньої осі стоянки вертольота.

Вимоги до технічного обладнання МС для вертольотів (електрика і водопостачання, протипожежні засоби, засоби відведення статичної електрики і т.п.) аналогічні вимогам, що пред'являються до МС для літаків. Місця стоянки для важких і середніх вертольотів (типу Mi-26 і Mi-8) рекомендується обладнати стаціонарними пристроями централізованої заправки вертольотів паливом.

Місця стоянок для вертольотів не обладнуються якірними кріпленнями, за винятком гірських, приморських та інших районів, у яких спостерігаються вітри великої сили, а також при розташуванні вертодромів на дахах будівель і піднятих над землею або водною поверхнею платформах. У цих випадках застосовується якірне або штопорне кріплення вертольотів. Використання зазначених кріплення для випробування вертольоту на прив'язі категорично забороняється.

Швартувальні майданчики (ШМ) – споруджуються як в експлуатаційних, так і на ремонтних підприємствах і призначаються для опробування середніх і легких вертольотів на прив'язі, що забезпечує максимальний режим роботи двигунів, а також для ресурсних випробувань.

Розрахункові зусилля в якірних кріпленнях місць стоянок вертольотів наведені в табл. 7.7.

Швартувальні майданчики обладнуються бортовими і носовими якірними кріпленнями, розрахункова міцність яких повинна відповідати певному типу вертольота, причому розрахунок бортового якоря виконується на найбільш несприятливий випадок, що передбачає швартування вертольота тільки за один якір при роботі двигуна на максимальному режимі. Розрахункове зусилля бортового якоря приймається рівним 2,5 максимальної злітної ваги вертольота, а для носового якоря – 40 % від бортового.

Таблиця 7.7

Розрахункові зусилля в якірних кріпленнях місць стоянок вертольотів

Типи вертольотів	Розрахункове зусилля, т	
	бортовий якір	носовий якір
Мі-6, Мі-10К	9,0	3,5
Мі-8, Мі-4	3,5	1,5
Мі-2	1,5	0,5
Ка-26	1,5	1,5
Ка-18	0,5	0,5

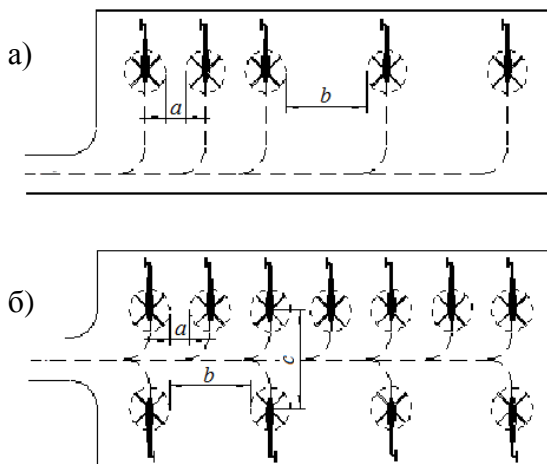


Рис.7.4. Групові місця стоянки вертольотів (a , b , c – відстані, які приймаються в залежності від діаметру гвинта вертольота):
 a – однорядна розстановка вертольотів; b – дворядна розстановка вертольотів

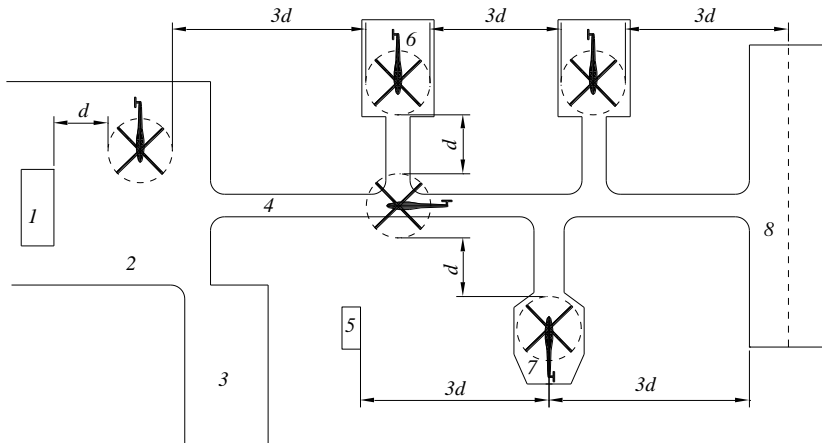


Рис. 7.5. Принципова схема взаємо розташування основних будівель і споруд вертодрому (d – діаметр гвинта вертольота):

1 – аеровокзал (пасажирський павільйон); 2 – перон; 3 – групові МС; 4 – рульова доріжка; 5 – будівля технічних служб; 6 – індивідуальне МС; 7 – швартовочний майданчик; 8 – льотна смуга або ЗПС

Експлуатація постійних вертодромів, призначених для середніх і легких вертольотів, без наявності швартовочних майданчиків забороняється. Розрахункові зусилля в якірних кріпленнях швартовочних майданчиків наведені в табл. 7.8.

Таблиця 7.8

Розрахункові зусилля в якірних кріпленнях швартовочних майданчиків

Тип вертольотів	Розрахункові зусилля, т	
	бортовий якір	носовий якір
Мі-8	30	12
Мі-4	18	7
Мі-2	8	3,5
Ка-26	7	7
Ка-18	3,5	3,5

Якірні кріплення на швартовочних майданчиках повинні розташовуватися таким чином, щоб установку вертольота можна було виконувати по двох взаємно протилежних напрямках, тобто проти напрямку переважаючих вітрів.

Швартовочні майданчики (ШМ) в експлуатаційних підрозділах повинні розташовуватися від найближчого місця стоянки (по осях), бічного кордону льотної смуги і будівель на відстані, рівній трьом діаметрам несучого гвинта розрахункового типу вертольота (рис. 7.5). Близьке розташування від ШМ будівель сприяє створенню несприятливих умов для випробування несучого гвинта вертольота. Бажано, щоб будівлі розташовувалися по відношенню до ШМ з боку слабких вітрів.

Ухили поверхні швартовочних майданчиків приймаються ті ж, що і для місць стоянки. Поверхні ШМ рекомендується надавати двосхилий профіль, спрямований по поздовжній осі вертольоту. Кромки штучного покриття ШМ повинні бути підняті над природною поверхнею на 25 см і мати по всьому периметру відмотку.

У разі сприятливих кліматичних і ґрунтових умов, що сприяють створенню високоякісного дернового покриву на ШМ, можна будувати тільки фундаменти під якоря без створення штучних покриттів.

Конструкція швартовочного майданчика для вертольотів Ка-15 і Ка-18 наведена на рис. 7.6.

Руліжні доріжки (РД) повинні забезпечувати зручний і швидкий рух вертольотів по вертодрому. Довжина руліжних доріжок повинна бути мінімальною.

Вертольоти Мі-2, Мі-4, Мі-6, Мі-8, Мі-10К, Мі-26 і Ка-26 можуть переміщатися по вертодрому рулінням на тязі несучого гвинта або за допомогою буксирувальників, а також, як виняток, підльотом на малій висоті. Вертольоти Ка-15, Ка-18 переміщуються тільки підльотом і за допомогою буксирувальників.

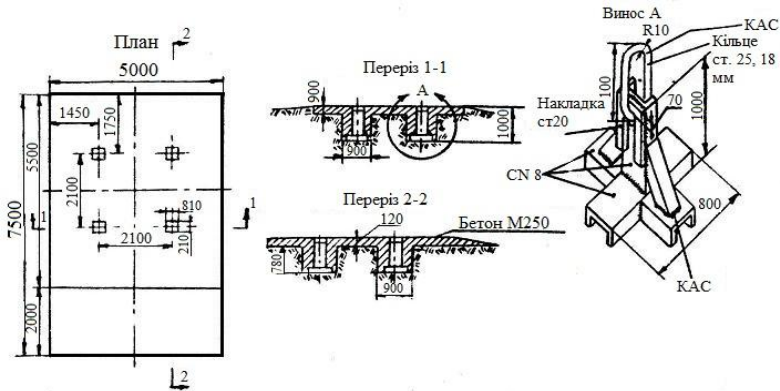


Рис.7.6. Конструкція швартовочного майданчика для вертольотів Ка-15 та Ка-18

Ширину руліжних доріжок (В) і мінімальні радіуси (R) їх сполучень з ВПП, МС і пероном рекомендується приймати за таблицею 7.9, виходячи з умови забезпечення безпеки руління і буксирування вертольотів.

Поздовжні ухили руліжних доріжок рекомендується приймати не більше 0,03, поперечні - не більше 0,02. Мінімальні ухили приймаються такі ж, що і для льотних смуг.

Розміри і форма перонів повинні забезпечити одночасну стоянку розрахункової кількості вертольотів з урахуванням можливості руління і маневрування вертольотів, розміщення необхідної кількості спецмашин, максимальної безпеки і зручності при посадці і висадці пасажирів. При проектуванні перону необхідно враховувати його перспективний розвиток.

Таблиця 7.9

Ширина та радіуси руліжних доріжок

Типи вертольотів	В, м	R, м
Mi-6, Mi-10K, Mi-26	15	28
Mi-4, Mi-8	8	16
Mi-2, Ка-26	6	12
Ка-18, Ка-15	6	7

Відстань між кінцями лопастей несучих гвинтів вертольотів на пероні залежить від способу їх пересування і приймається таким же, як і на групових МС. Ухили перонів приймаються такими ж, що і для групових МС.

При розрахунку розмірів перону вертодрому або визначенні кількості МС, на яких може проводитися зміна пасажирів, середній час стоянки вертольотів належить приймати: 6 хв – з працюючими двигунами і 20 хв з зупиненими двигунами (дозаправка вертольота паливом).

Службово-технічна територія вертодрому повинна розміщуватися таким чином, щоб не перешкоджати перспективному розвитку робочої площі і бути максимально наближеною до існуючих під'їзних шляхів та інженерним комунікаціям.

Номенклатура службово-виробничих будівель і споруд вертодромів залежить від типу та кількості базуються на ньому вертольотів. Примірний перелік будівель та споруд, що входять до складу

службово-технічної території постійного вертодрому, наведено в таблиці 7.10.

Таблиця 7.10

Основні споруди та будови вертодрому

Найменування об'єктів	Клас вертодрому		
	I	II	III
Аеровокзал	+	+	+
Ангар-укриття з приангарним майданчиком	+	-	-
Бокс технічного обслуговування, будівля майстерень і технічних служб	+	+	+
Будівля штабу з командно-диспетчерським пунктом	+	+	+
Склад авіапалива і мастильних матеріалів	+	+	+
Склад технічного майна	+	+	+
Гараж	+	+	+
Котельня	+	+	+
Аварійна електростанція	+	-	-
Метеорологічний майданчик	+	+	+
Швартовочні майданчики	+	+	+
Майданчик стоянки чергового спецавтотранспорту	+	+	+
Інженерні комунікації	+	+	+
Під'їзні дороги	+	+	+

Примітка. 1. Склад і обсяги будівель і споруд вертодрому (посадочного майданчика) та їх блокування, а також кількість МС і ШП підлягають уточненню при проектуванні в кожному конкретному випадку.

2. У південних районах з сильними вітрами замість ангара-укриття або боксу рекомендується для захисту технічного персоналу і вертольотів від вітру влаштовувати захисну стінку з цегли або іншого матеріалу. Висота такої стінки повинна перевищувати на 0,5 м втулку несучого гвинта розрахункового вертольота.

3. Метеорологічний майданчик наземних вертодромів повинен знаходитися на ділянці, що прилягає до командно-диспетчерського пункту, на відстані 50 м від будівель (споруд) і 150 м від ярів, лісонасаджень і водойм.

Ангар-укриття з приангарним майданчиком, бокс, будівля майстерень і технічних служб, що призначаються для виконання робіт з

експлуатаційно-технічного обслуговування вертольотів, повинні розташовуватися поблизу місць стоянок вертольотів. Необхідність будівництва ангара-укриття або ремонтного боксу визначається кліматичними умовами, а виробнича потужність майстерень – кількістю і типами приписних вертольотів. Розміри приангарного майданчика визначаються залежно від приписного парку вертольотів.

Склад авіапалива і олії повинен знаходитися поза смуг повітряних підходів до вертодрому (посадочного майданчику), з підвітряного боку і по можливості нижче за рельєф. З МС вертольотів він повинен з'єднуватися автодорогою з твердим покриттям шириною 7 м.

Щоб уникнути утворення турбулентності повітряних мас у землі, будівлі та споруди вертодрому (посадочного майданчика) повинні розташовуватися відносно робочої площі з боку переважаючих слабких вітрів.

Озеленення території вертодрому (посадкового майданчика) рекомендується проектувати згідно з його загальним архітектурно-планувальним рішенням. Зелені насадження повинні цілий рік служити мірою захисту від вітру, повітряного потоку, створеного несучим гвинтом вертольота, пилу та шуму. Для цього поряд з листяними деревами і чагарниками необхідно висаджувати і хвойні рослини.

Надводні вертодроми та посадочні майданчики можуть влаштовуватися на пальної основі і плавзасобах (баржах, понтонах). У першому випадку різниця відміток посадочної площадки і найвищого горизонту вод повинна бути менше одного метра.

Вертодром (посадочний майданчик), по можливості, повинен бути максимально наближений до берега, на якому доцільно розташовувати пасажирські та службові приміщення, місця стоянок вертольотів і автотранспорту, склад паливно-мастильних матеріалів та інші об'єкти вертодрому.

Надводні вертодроми (посадочні майданчики) повинні розташовуватися таким чином, щоб забезпечувалися вільні повітряні підходи до них мінімум з двох діаметрально протилежних напрямів, з урахуванням напрямку панівних вітрів. Розміри робочої площі надводних вертодромів (посадочних майданчиків) і повітряні підходи до них наведені в таблиці 7.4.

Конструкції основи надводних злітно-посадкових платформ (палі, прогони, балки) вертольотів, призначених для зльоту і посадки, повинні розраховуватися на зосереджене навантаження, рівну двом максимальною злітною ваг розрахункового вертольота.

Настил (перекриття) злітно-посадочної платформи розраховується на концентроване навантаження, складову 75 % максимальної злітної ваги розрахункового вертольота, діючу на площу квадрата розміром 300×300 мм.

Залежно від місцевих кліматичних і виробничих умов, рекомендується міцність настилу (перекриття) злітно-посадкових платформ перевіряти на тимчасові навантаження, що виникають в результаті сильного снігопаду або при одночасному перебуванні на платформі разом з вертольотом обслуговуючого його технічного персоналу, пасажирів, вантажів, рухомих засобів механізації та вантажного транспорту.

По всьому периметру надводного вертодрому повинні бути встановлені:

а) бортик (комінгс) з дерев'яного бруса перерізом 300×250 мм при експлуатації важких і середніх вертольотів і 250×200 мм для легких вертольотів, що запобігає викочування вертольота;

б) запобіжна металева сітка, винесена на відстань 1,5 м, закріплена нижче позначки вертодрому на 400 мм. Зовнішній край сітки повинен знаходитися на рівні позначки вертодрому (рис. 7.7).

На платформі повинні бути встановлені якоря для кріплення вертольота у разі штормових вітрів. Якірні вузли повинні виконуватися потайними і бути розраховані на навантаження, зазначені для МС (табл. 7.7). Зазначені якірні вузли забороняється використовувати для випробовування агрегатів вертольота на режимі висіння.

Надводний вертодром за допомогою трапа має з'єднуватися з берегом. При експлуатації важких вертольотів ширина трапа приймається рівною 10 м, середніх – 6 м і легких – 4 м. Трапи безпосередньо належить розраховувати на навантаження 60, 18 і 5т.

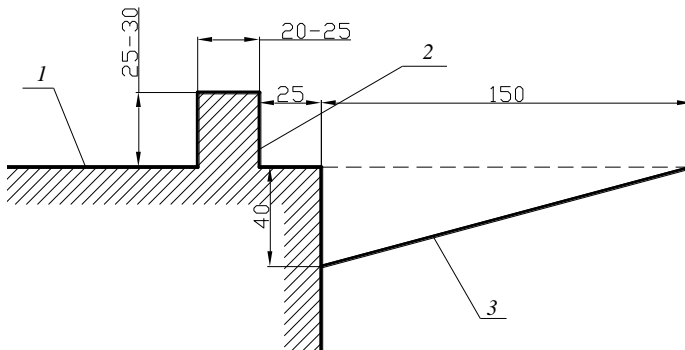


Рис. 7.7. Огорожа надводного вертодрому:

1 – поверхня вертодрому; 2 – комінгс; 3 – сітка безпеки (розміри в см)

Для відводу з вертольота статичної електрики на поверхню надводного вертодрому повинна бути виведена контактна клема від заземлюючого пристрою.

Для забезпечення безпеки руху суден, на кутах надводного вертодрому повинні встановлюватися стандартні навігаційні вогні.

Вертодроми та посадочні майданчики в аеропортах можуть проектуватися в аеропортах усіх класів. Найбільш доцільно розглядати при видаленні аеропорту від обслуговуваних населених пунктів на відстань 25 км і більше.

Вертодроми (посадочні майданчики) в аеропортах рекомендується розташовувати на ділянці службово-технічної території, прилягаючій до привокзальної площі (рис. 7.8) або на території аеродрому, якщо це не заважає рулінню літаків.

Для прийому рейсових вертольотів можуть бути обладнані посадочні майданчики поблизу перону або безпосередньо вертодром, якщо є вільна площа з відкритими повітряними підходами. В окремих випадках може виявитися недоцільним улаштування вертодрому (посадочного майданчика). У вигляді виключення для зльоту і посадки вертольотів можуть бути використані РД аеродромів. Інструкція з виконання польотів на аеродромі повинна забезпечувати безпеку спільних польотів літаків і вертольотів.

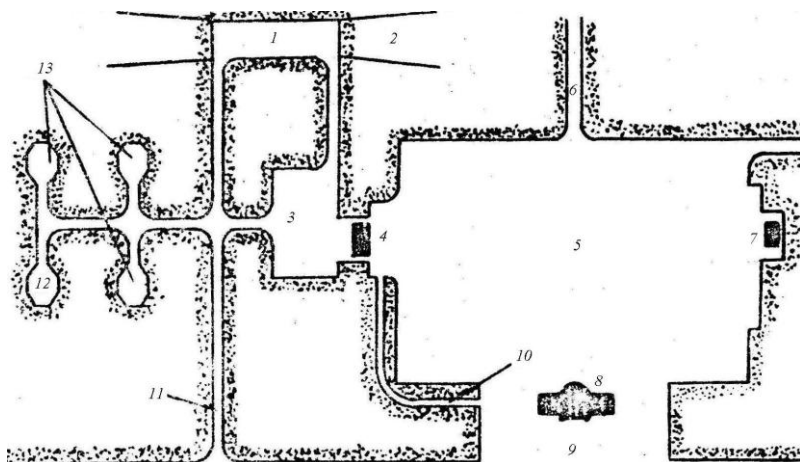


Рис. 7.8. Принципова схема генерального плану вертодрому, розташованого на території аеропорту:

- 1 – злітно-посадкова смуга; 2 – смуга повітряних підходів; 3 – перон;
 4 – пасажирський павільйон; 5 – привокзальна площа; 6 – під'їзна автострада; 7 – автобусна станція; 8 – аеровокзал аеропорту; 9 – перон;
 10 – пішохідна алея; 11 – рульова доріжка; 12 – швартовочний майданчик;
 13 – місця стоянки вертольотів (МС)

Польоти вертольотів на аеродромах вище IV класу повинні проводитися тільки з окремою ЗПС, відстань від поздовжньої осі якої до бічної межі льотної смуги аеродрому має бути не менше 100 м. Вертольотам 1 класу на цих аеродромах дозволяється проводити зліт і посадку з латна смуги або ЗПС, призначених для літаків.

Відстань від бічної межі робочої площі вертодрому (посадочного майданчика) до аеровокзалу аеропорту для різних типів вертольотів повинно бути менше:

- 100 м – для важких (Mi-26);
- 75 м – для середник (Mi-8);
- 60 м – для легких (Mi-2).

Виняток становлять вертолітні майданчики, розташовані на дахах аеровокзалу.

Максимальне віддалення місця висадки та посадки пасажирів у рейсовий вертоліт (перон або МС вертодрому) від аеровокзалу аеропорту не повинно перевищувати 300 м.

Видалення МС вертольота від МС літака або РД аеродрому має забезпечувати такі мінімальні розриви між кінцями лопастей несучого гвинта і крилом (або яким-небудь іншим конструктивним елементом літака):

- при виконанні з вертолітного МС злітно-посадкових операцій 50 м;
- за відсутності злетів, відповідно для важких, середніх і легких вертольотів 35, 22 і 15 м.
- Зазначені розриви можна використовувати також і до перешкод, що знаходяться поблизу МС вертодрому.

До складу будівель і споруд вертодрому повинні входити:

- пасажирський павільйон з пероном, при видаленні вертодрому від аеровокзалу аеропорту більш ніж на 100 м, або яке-небудь інше споруда (посадкова напів заглиблена галерея, тунель), що охороняє пасажирів від атмосферних опадів і повітряного потоку, створюваного несучим гвинтом вертольота;

- льотна смуга або ЗПС з відкритими підходами;
- місця стоянки вертольотів;
- руліжні доріжки;
- пішохідна алея, що з'єднує пасажирський павільйон з аеровокзалом аеропорту;
- швартовочний майданчик (споруджується тільки в тому випадку, коли вертольоти в даному аеропорту не базуються).

Вертодром (посадковий майданчик) повинен бути пов'язаний автодорогою з привокзальною площею аеропорту та стернової доріжкою з штучними покриттями аеродрому.

7.3. Тимчасові вертодроми та посадочні майданчики

Розміри ЛП тимчасових вертодромів (посадочних майданчиків) і повітряні підходи до них, як правило, повинні відповідати вимогам, що пред'являються до постійних вертодромів і посадочних майданчиків, що забезпечують зліт і посадку по-літаковому або по-

вертолітному з використанням повітряної подушки. Якщо ж не можна забезпечити виконання даної вимоги, розміри льотних смуг і повітряні підходи до них для тимчасових вертодромів і посадочних площадок приймаються за табл. 7.4.

Максимальні ухили робочої площі тимчасових вертодромів і посадочних майданчиків не повинні перевищувати: поздовжній – 0,085 (5°); поперечний – 0,05 (3°). Виняток становить вертоліт Мі-2, для якого ухили робочої площі в будь-якому напрямку не повинні перевищувати 0,05 (3°).

У випадках влаштування тимчасових вертодромів і посадочних майданчиків на ділянках зі слабкими ґрунтами, необхідно влаштувати настил на колодах діаметром не менше 180 мм, міцно скріплених між собою, причому колоди верхнього накату повинні укладатися поперек поздовжньої осі вертольота. Настил для вертольотів Мі-6, Мі-10К влаштовується не менш ніж у два накату, для решти вертольотів - в один накат.

При польотах з підбором вертодромів і посадочних майданчиків з повітря, розміри їх і повітряні підходи до них повинні відповідати вимогам, що пред'являються до тимчасових вертодромів і посадочних майданчиків (табл. 7.4, п. 6). У районах пустельної зони дозволяється проводити епізодичні посадки на тверді (грядкові) бархани. Навколо цих майданчиків на відстані 10 м не повинно бути ніяких перешкод.

7.4. Маркування вертодромів та посадочних майданчиків

Робоча площа постійних вертодромів (ЗПС, ЛП) посадочних майданчиків повинна мати маркування, що полегшує пілотові опізнання їх з повітря і виконання злітно-посадкових операцій. До складу маркування наземних вертодромів входять (рис. 7.9–7.11):

- знак обмеження місця приземлення при посадці по-вертолітному;
- прикордонні знаки (кутові і рядкові на прямокутних льотних смугах і тільки рядкові – за круглої форми робочої площі);
- стартова лінія.

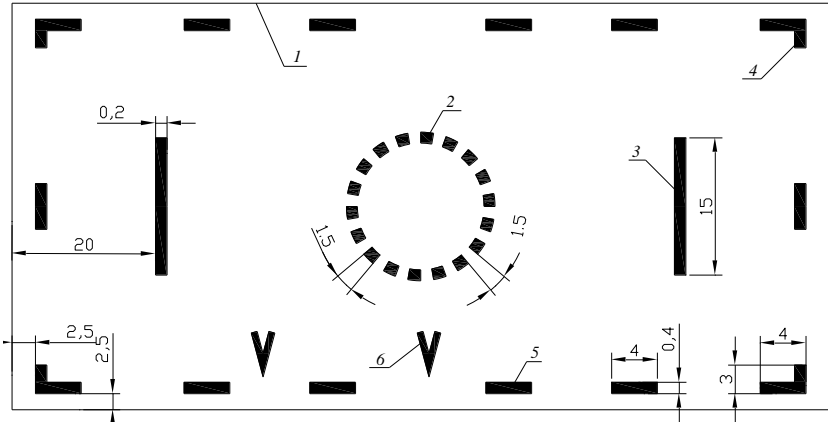


Рис. 7.9. Маркування ЗПС наземних вертодромів для важких вертольотів (розміри в м):

1 – кордон робочої площі; 2 – знак обмеження ділянки приземлення при посадці по вертолiтному; 3 – стартова лінія; 4 – кутовий прикордонний знак; 5 – рядковий знак; 6 – знак вказівки перешкод

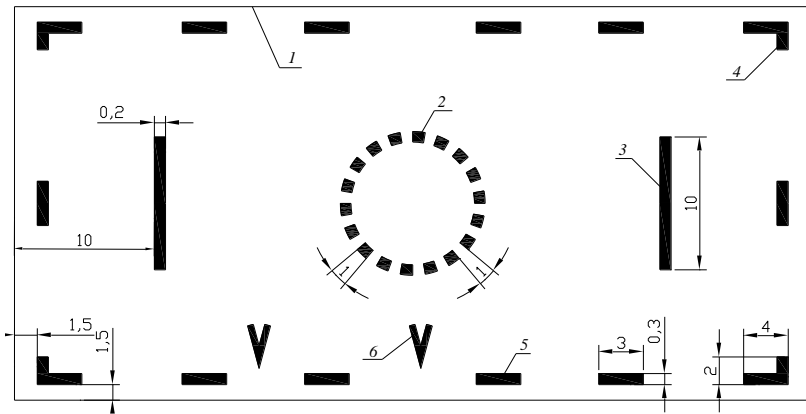


Рис.7.10. Маркування ЗПС наземних вертодромів для середніх вертольотів (розміри в м):

1 – кордон робочої площі; 2 – знак обмеження ділянки приземлення при посадці по-вертолiтному; 3 – стартова лінія; 4 – кутовий прикордонний знак; 5 – рядковий знак; 6 – знак вказівки перешкод

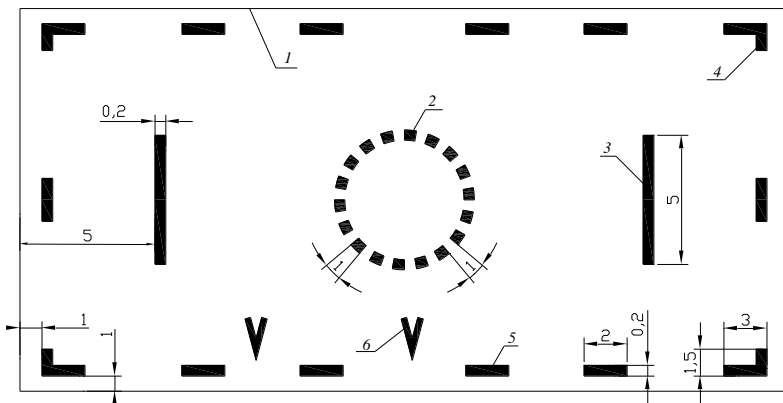


Рис. 7.11. Маркування ЗПС наземних вертодромів для легких вертольотів (розміри в м):

1 – кордон робочої площі; 2 – знак обмеження ділянки приземлення при посадці по-вертолітному; 3 – стартова лінія; 4 – кутовий прикордонний знак; 5 – рядковий знак; 6 – знак вказівки перешкод

Крім того, маркування вертодромів і посадочних майданчиків, розташованих на дахах будівель і піднятих платформах повинне мати додатково (рис. 7.12–7.13):

- розпізнавальний знак;
- поздовжньо-осьову лінію;
- цифру обмеження ваги (у тоннах).

Знак обмеження ділянки приземлення при посадці по-вертолітному розташовується в центрі робочої площі і являє собою пунктирне кільце, в межах кордонів якого повинен здійснити посадку вертоліт.

Кутовий і рядковий прикордонні знаки позначає межу ЗПС із штучним покриттям наземних вертодромів і посадочних майданчиків.

Межі робочої площі вертодромів (посадочних майданчиків), розташованих на дахах і піднятих платформах, позначаються суцільною лінією шириною 200 мм.

Стартова лінія позначає місце установки передньої опори шасі вертольота при зльоті та місце приземлення при посадці по літаковому.

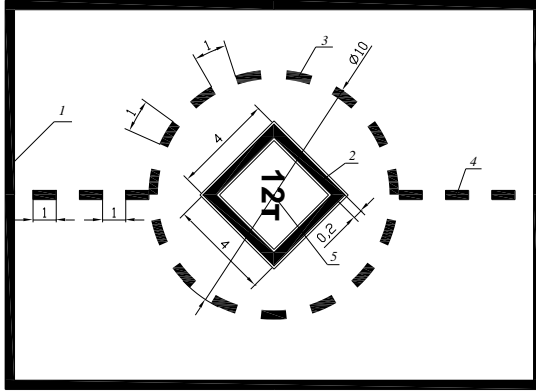


Рис. 7.12. Маркування вертодромів на дахах будівель і піднятих платформах для середніх вертольотів (розміри в м):
 1 – кордон робочої площі; 2 – розпізнавальний знак; 3 – знак обмеження ділянки приземлення при посадці по-вертолітному; 4 – осьова лінія; 5 – цифра обмеження ваги

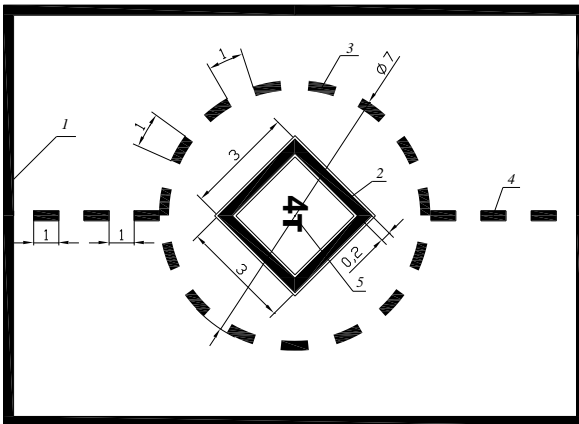


Рис. 7.13. Маркування вертодромів на дахах будівель і піднятих платформах для легких вертольотів (розміри в м):
 1 – кордон робочої площі; 2 – розпізнавальний знак; 3 – знак обмеження ділянки приземлення при посадці по-вертолітному; 4 – осьова лінія; 5 – цифра обмеження ваги

Призначення розпізнавального знака – візуальне опізнання вертодрому (посадочного майданчика) з повітря в умовах великих населених пунктів.

Розпізнавальний знак розташовано в центрі робочої площі і має форму квадрата, одна з діагоналей якого поєднується з поздовжньою віссю ЗПС. Всередині розпізнавального знака наноситься цифра, яка показує пілотів обмеження ваги (у тоннах) для даного вертодрому (посадочного майданчика).

Поздовжньо-осьова лінія позначається пунктиром і служить для орієнтації пілота при зльоті та заході на посадку.

Розміри маркувальних знаків залежать від розрахункового типу вертольота (табл. 7.11).

Таблиця 7.11

Розміри маркувальних знаків

№ з/п	Найменування маркувальних знаків	Розміри маркувальних знаків для вертольотів (м)		
		важких	середніх	легких
1	2	3	4	5
1	Опізнавальний знак	7×7	4×4	3×3
2	Цифра обмеження ваги	2,5×1,0	1,5×0,7	1,0×0,4
3	Знак обмежена місця приземлення при посадці по-вертолітному:			
	– зовнішній діаметр	18	10	7
	– розрив між пунктирами	1,5	1,0	1,0
4	Поздовжньо-осьова лінія:			
	– довжина пунктиру	1,5	1,0	1,0
	– розрив між пунктирами	1,5	1,0	1,0
5	Стартова лінія:			
	– довжина	15	8	5
	– ширина	0,20	0,15	0,10
	– відстань від торцевої кордону штучного покриття	20	10	5
6	Кутовий пограничний знак	6×3	4×2	3×1,5
7	Строчний пограничний знак	4	3	2

Закінчення табл. 7.11

№ з/п	Найменування маркувальних знаків	Розміри маркувальних знаків для вертольотів (м)		
		важких	середніх	легких
8	Ширина лінії маркувальних знаків (без стартової та пограничної лінії)	0,30	0,20	0,20
9	Ширина лінії, яка позначає межу робочої площі	0,20	0,20	0,20

Примітка. а) розміри маркувальних знаків приймаються за найбільшою ваговою категорією вертольота, експлуатованого на даному вертодромі;

б) у разі розташування наземних вертодромів поблизу небезпечних місць (ущелина, гора, неприпустимі ухили рельєфу), на ЗПС (ЛП) наносяться знаки вказівки перешкод у вигляді гострих кутів (30°) білого кольору, звернених до перешкод. Довжина сторін кута 2 м, ширина лінії 0,2 м. Знаки повинні розташовуватися на відстані 1 м від кордону ЗПС або ЛП;

в) стартові лінії наносяться тільки по робочій площі ЗПС, що має форму витягнутого прямокутника;

г) розриви між бічними прикордонними знаками приймаються:

- 17-30 м – для важких вертольотів;
- 10-20 м – для середніх вертольотів;
- 6-10 м – для легких вертольотів;

д) в торцях ЗПС (ЛП) наноситься по одному строчному прикордонному знаку;

е) наносити прикордонні знаки слід на відстані 2,5 м і 1,0 м від кордону штучного покриття (відповідно для важких середніх і легких вертольотів);

ж) за круглої форми робочої площі розриви між малими прикордонними знаками рівні їх довжині. Якщо робоча площа має форму квадрата, довжина сторін кутових, прикордонних знаків приймаються однаковою.

Маркувальні знаки наземних вертодромів і посадочних майданчиків повинні фарбуватися фарбою білого кольору. Вертодроми (посадочні майданчики) на дахах будинків і піднятих платформах так само повинні мати маркувальні знаки білого кольору, за винятком розпізнавального знака, який забарвлюється в помаранчевий колір з білим фоном шириною по 200 мм з кожного сторін.

Штучні покриття РД маркуються по поздовжній осі. Довжина пунктиру при експлуатації важких вертольотів приймається рівною 1,5 м з розривом в 3 м, для середніх і легких вертольотів відповідно 1 і 2 м.

У місцях сполучення РД з ВПП, пероном, МС і швартовочним майданчиком маркування кривої повороту робиться суцільною лінією. Ширина маркувальної лінії 150 мм. Колір – білий.

Штучні покриття МС і перонів маркуються осями прямолінійного руління і криволінійного маневру. Розміри і колір маркувальних ліній ті ж, що і для РД.

Місця стоянки вертольотів на пероні відзначаються обмежувачими кільцями білого кольору. Зовнішній діаметр кільця повинен бути рівний 1,5 діаметра несучого гвинта розрахункового вертольота, ширина лінії кільця – 0,15 м.

Швартовочні майданчики маркуються буквою «Ш», місця стоянки вертольотів – цифрами. Висота літер і цифр 1м, ширина літери 1 м, цифри – 0,5 м, ширина ліній 1 м. Колір – білий.

Маркувальні знаки, що наносяться на робочу площу вертодромів і посадочних майданчиків з дерновим покриттям, поділяються на стаціонарні і переносні. Розриви між цими знаками ті ж, що і для вертодромів з штучним покриттям.

При квадратній формі робочої площі вертодрому (посадочні майданчики) довжина зовнішніх сторін кутових прикордонних знаків приймають однаковою, якщо ж площу має круглу форму, то розмір рядкових прикордонних знаків приймається рівним 2,1 м з інтервалом між ними 3 м.

Стаціонарні маркувальні знаки можуть бути виконані з бетону, цегли, каменю з побілкою вапном. Взимку вони забарвлюються в чорний колір. Конструкція прикордонних знаків з бетону показана на рис. 7.14.



Рис. 7.14. Конструкція прикордонних знаків ґрунтових вертодромів

Прикордонні маркувальні знаки (кутові і рядкові) для ґрунтових льотних смуг мають розміри, зазначені в табл. 7.11.

Переносні прикордонні маркувальні знаки можуть бути виготовлені у вигляді тригранних пірамід і плетених конусів, пофарбовані влітку в білий колір, взимку – в чорний. Конструкція і розміри прикордонного знаку «Піраміда» дано на рис. 7.15.

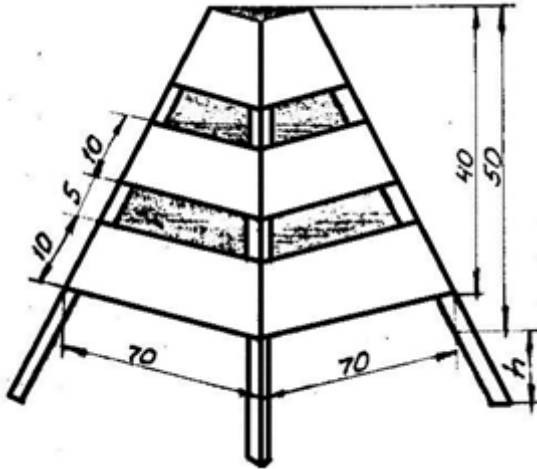


Рис. 7.15. Переносний прикордонний знак «Піраміда»

Тимчасові вертодроми і посадочні майданчики обладнуються маркуванням спрощеного типу.

У літній період влаштовуються білі кутові знаки розмірами $2 \times 2 \times 0,3$ м і центральний знак у вигляді кільця, що має зовнішній діаметр 3 м і внутрішній – 2 м.

Взимку, при наявності снігу, влаштовуються тільки кутові знаки чорного кольору. В окремих випадках вони можуть бути позначені хвойними гілками або прапорцями чорного або червоного кольору, висотою не більше 400 мм.

Таблиця 7.12

Основні льотно-технічні характеристики вертольотів цивільної авіації

Найменування елементів	Од. вим.	Типи вертольотів							
		Mi-2	Mi-4	Mi-8	Mi-6	Mi-10	Mi-26	Ka-26	Ka-32
Максимальна злітна вага	кг	3550	3250	12000	42500	38000	56000	3250	11000
Вага порожнього вертольота	кг	2350	5090-5543	7000	27460	24790	28300	2100	3240
Кількість і діаметр несучих гвинтів	шт.×м	1×14,5	1×21	1×21,3	1×35	1×35	1×32	2×13	2×15,9
Число лопастей несучого гвинта	шт.	3	4	5	5	5	8	2×3	2×3
Діаметр хвостового гвинта	м	2,7	3,6	3,8	6,3	6,3	7,61	–	–
Загальна довжина вертольота з обертовими гвинтами	м	17,42	25,02	25,2	42,02	41,9	40,03	13	15,9
Довжина вертольота без гвинтів	м	11,94	16,79	18,3	33,13	32,9	33,2	7,75	12,25
Кліренс	м	0,4	0,54	0,5	0,6	0,42	0,47	0,37	0,4
Висота вертольота на стоянці	м	3,75	4,4	4,7	9	8,9	11,6	4,1	5,4

Продовження табл. 7.12

Найменування елементів	Од. вим.	Типи вертольотів							
		Мі-2	Мі-4	Мі-8	Мі-6	Мі-10	Мі-26	Ка-26	Ка-32
Колія шасі:									
– переднього	м	–	–	–	–	–	–	0,9	1,4
– заднього	м	3,05	3,82	4,5	7,5	5	5	2,4	3,5
– база шасі	м	2,63	3,79	4,26	9,1	8,74	8,95	3,48	3,02
Розмір коліс:									
– основних	мм	600× 180	700× 250	865× 280	1325× 480	950× 350	1120× 450	595× 185	620× 180
– носових	мм	300× 125	400× 150	595× 185	720× 310	595× 185	900× 300	300× 125	400× 150
Тиск у пневматиках коліс:	кг/см ²								
– основних	–	4,0	4,0	5,5	7,0	6,0	6,0	2,5	11,0
– носових	–	3,5	4,0	4,5	6,0	4,5	4,5	3,5	6,0
Ємність основних паливних баків	л	600	1000	2640	8150	6920	12000	630	3450
Ємність додаткових паливних баків	л	2×238	500	1820	9000	4920	14800	160	1310
Сорт палива	–	ТС-1 Т-1 Т-2	Б-95	ТС-1 Т-1	ТС-1 Т-1 Т-2	ТС-1 Т-1 Т-2	ТС-1 Т-1 Т-2	СБ-78 (Б-91)	ТС-1 Т-1 Т-2
Ємність маслобаків	л	38	65	32	70	70	110	39	–*

Продовження табл. 7.12

Найменування елементів	Од. вим.	Типи вертольотів							
		Мі-2	Мі-4	Мі-8	Мі-6	Мі-10	Мі-26	Ка-26	Ка-32
Ємність баків системи проти леденіння	л	–	63,1	–	31	31	30	44	–*
Тип двигунів	–	ГТД-350	АШ-82В	ТВ2-117	Д-25В	Д-25В	Д-136	М-14В26	ТВ3-117
Кількість і злітна потужність двигунів	шт.× л.с.	2×400	1×1700	2×1500	2×5500	2×5500	2×11000	2×325	2×2200
Часова витрата палива на крейсерській швидкості ($H = 500$)	кг/год	220-250	225	500	2400	2300	2700	100	270
Аеронавігаційний запас палива (на 30 хв польоту)	кг	120	95	285	1200	1150	1400	50	140
Крейсерська швидкість польоту ($H = 500$ м)	км/го д	180	140	210-225	230-250	200	220-255	120	220
Максимальна швидкість польоту	км/го д	180	200	240	300	250	270	160	230
Практична дальність польоту без додаткових баків ($H = 500$ м)	км	290	475	500-650	415	395	800	435	600

Закінчення табл. 7.12

Найменування елементів	Од. вим.	Типи вертольотів							
		Mi-2	Mi-4	Mi-8	Mi-6	Mi-10	Mi-26	Ka-26	Ka-32
Практична дальність польоту з додатковими баками (H = 500м)	км	595	792	1140	955	788	2100	570	1100
Максимальна висота польоту	м	4000	6000	4500	4500	3000	4600	3000	3500
Число місць пасажирів	шт	6-8	12	28	–	–	–	6-7	15
Розмір вантажного люка	м	1,12× 1,09	1,85× 1,55	1,82× 2,34	2,66× 2,52	1,54× 1,25	3×3,2	–	1,2× 1,2
Максимальна вага вантажу, що перевозиться: – усередині фюзеляжу – на зовнішній підвісі	кг	700	1500	4000	12000	3000	20000	710	3700
	кг	800	1300	3000	8000	11000	20000	900	5000
Допустим швидкість вітру: – зустрічного – бічного 90°	м/с	18	18	20	25	–*	25	18	–*
	м/с	5	5	10	10	–*	10	8	–*

Примітка * – дані невідомі.

8. ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ МЕРЕЖІ ВЕРТОДРОМІВ ТА ПОСАДОЧНИХ МАЙДАНЧИКІВ В МІСТАХ УКРАЇНИ

8.1. Актуальність принципів розміщення вертодромів та посадочних майданчиків в містах

Важливою стороною економіки сучасності є прагнення економії часу, тобто розвиток всіх видів транспорту в містах. Яскравим прикладом цього фактору може слугувати розвиток транспортної мережі в Києві. Якщо 20 років тому в Києві було 250 тисяч приватних машин при населенні близько двох мільйонів, то в даний час автомобілів нараховується близько 1 мільйона. Затверджені в минулому столітті чотири генеральних плани забудови міста Києва (1936, 1949, 1967, 1986 р) підтвердили, що темпи зростання населення столиці України значно перевищують закладені до Генерального плану перспективні розрахункові показники.

Радянські нормативи забезпечення населення автомобільним транспортом визначалися з розрахунку: 1 автомобіль на 1000 жителів, що обумовлювало будівництво відповідної транспортної мережі та інфраструктури.

У 2002 році були прийняті нові Державні будівельні норми – «Планування і забудова міських і сільських поселень» ДБН 360-92** [229], в яких забезпечення населення автомобільним транспортом визначалися з розрахунку: 200 - 250 автомобіль на 1000 жителів, але реальний стан забезпечення автомобільним транспортом у Києві змінився. У 2014 році забезпеченість досягла 370 автомобілів на 1000 жителів і їх кількість продовжує збільшуватися. Такий стан речей створює майже нерозв'язну проблему в проектуванні та експлуатації дорожньо-транспортної мережі.

Відомо, що проблема заторів у містах спостерігається внаслідок зменшення пропускної спроможності транспортної мережі. Це в свою чергу призвело до заторів на дорогах, коли не тільки приватні машини не можуть проїхати, але й службові машини, машини спецпризначення: наприклад машини швидкої допомоги, пожежні машини, та інші машини комунальної власності.

Під впливом цього фактору значно погіршився екологічний стан сельбщних територій. На сьогоднішній день автомобільний

транспорт в Києві, і в інших великих міст України є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря.

Альтернативою автомобільному транспорту в місті може служити повітряний транспорт, зокрема - вертольоти.

Ще на початку минулого століття геніальний провидець, наш співвітчизник киянин Ігор Іванович Сікорський створив (в 1909р.) свої два перші в світі вертольоти, які піднялися в повітря зі спеціально їм побудованої площадки на території маєтку родини Сікорських, який був розташований на вул.Ярославів Вал ,15 [217]

Ця площадка була збудована в відповідних умовах найбільш прийнятним вимогам для підйому вертольотів в повітря: над обривом з великим ухилом - більше 20-25% , довжиною злітної смуги близько 400 м. Особняк родини Сікорських та прилегла до нього територія збереглися до наших часів. (рис.8.1, 8.2).

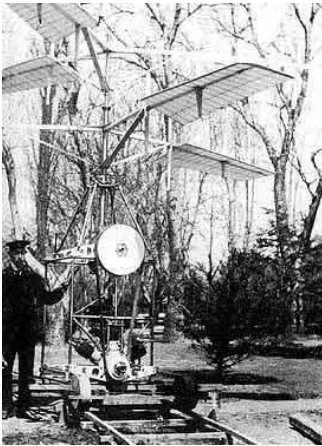


Рис.8.1

Сікорський І.І. та його гелікоптер (1909р) біля будинку на вул.Ярославів Вал,15



Рис.8.2

Будинок сім'ї Сікорських по вул.Ярославів Вал, 15 (сучасний стан)

У 2012 році в Києві в районі Паркової алеї на схилах Дніпра був побудований вертодром. Його місце розташування обумовлено технічними вимогами щодо організації польотів вертольотів. Основною функцією нового вертодрому є прийом і відправка вертольотів для здійснення пасажирських перевезень офіційних делегацій. Вертодром розрахований на прийом важких вертольотів вагою до 13 тонн. Розміри посадочного майданчика - 115 м x 505 м, де розташовані дві площі для прийому вертольотів.

За даними засобів масової інформації київська державна адміністрація виділила ще 16 місць в місті для створення вертодромів. Згідно з документом, посадочні площадки планується побудувати біля лікарень.

Але якщо в нашій Україні тільки починається побудова вертодромів в містах, то в більш розвинутих країнах світу, в містах - мегаполісах проблема парковки вертольотів вельми актуальна.

Розвиток вертольотного транспорту має не тільки позитивний фактор, але і негативний. Перелік основних проблем можна охарактеризувати наступним:

- безпека людей (як в повітрі так і на землі);
- екологія міського середовища (шум, викиди);

Останнім часом у світі піднімається хвиля протесту проти польотів вертольотів у густонаселеній місцевості. Підтвердженням цієї тези є той факт, що «у США 29 липня 2011 конгресмен від штату Каліфорнія Говард Берман запропонував законопроект, націлений на зниження шуму вертольотів над Лос-Анджелесом. Законодавча ініціатива наказує Федеральній авіаційній адміністрації (FAA) заборонити польоти вертольотів і встановити мінімальну висоту польотів в районі Лос-Анджелеса (проект дозволяє робити винятки для польотів вертольотів аварійних служб, правоохоронних органів та військових).

У Франції уряд прийняв "антивертолітний декрет", який забороняє польоти вертольотів в житлових районах. Постанова, покликана захистити мешканців від шуму, насправді заборонила польоти вертольотів. Тепер навіть медичні вертольоти не можуть здійснювати посадку в центрі міста. Аналогічна ситуація починає складатися і в Росії.» [223].

Детально розкриваючи негативну сторону впливу вертольотного транспорту на життєдіяльність людей в межах міста, слід врахувати наступні фактори: людський; природно-кліматичний; технічний; диспетчерський.

Фактор людський - під цим слід розуміти вірогідність аварій вертольота як наслідок помилок екіпажу;

Фактор природно-кліматичний - вірогідність аварій вертольота як наслідок, втручання природно-кліматичних умов: зіткнення з вертольотами птахів, блискавки, хмарність і т.п.)

Фактор технічний - вірогідність аварій вертольота як наслідок неякісного виконання ремонтно-експлуатаційних робіт.

Фактор диспетчерський - вірогідність аварій вертольота в наслідок помилок диспетчера.

В офіційному порталі Державної авіаційної служби України, сказано, що «за підсумками аналізу безпеки польотів вертольотів за 2012 рік, основним фактором, який впливає на виникнення аварійних подій і інцидентів, залишається технічний фактор, який становить 30% від загальної кількості причинних факторів та 15%- диспетчерський фактор. У 32% випадках став людський фактор (екіпаж, персонал) та фактор природно-кліматичний, який становить - 23% [224]. (рис.8.3)

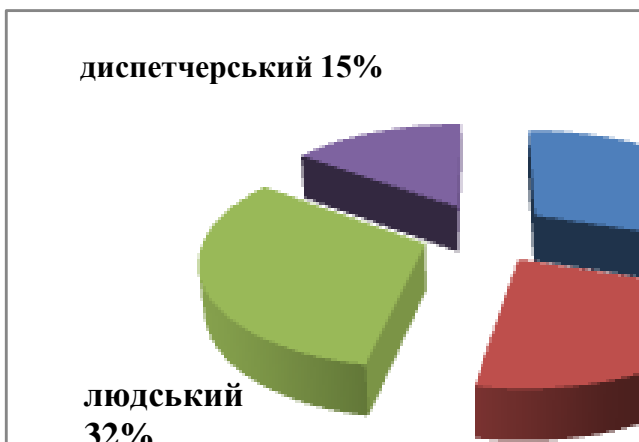


Рис. 8.3. Фактори впливу на виникнення аварійних подій

Аналіз історичного та сучасного досвіду проектування та будівництва посадкових майданчиків та вертодромів дозволяє виявити їх особливості та еволюцію формування в структурі міста.

Розглянувши організацію посадкових майданчиків та вертодромів в різноманітних урбаністичних умовах, можна констатувати, що на основних етапах свого розвитку вертольотний транспорт сприяв вирішенню транспортних проблем в містах, але при цьому має значний спектр негативних факторів.

З метою зменшення впливу цих перелічених факторів необхідно підвищення якості архітектурно-конструктивних та планувальних рішень щодо проектування та будівництва вертодромів в системі міст України. Будівництво вертодромів та посадочних майданчиків в місті - це перспективний напрям у вирішенні транспортних проблем у містах. Повинні бути розроблені моделі, методики, рекомендації та нормативно-правова база щодо проектування та будівництва посадочних майданчиків та вертодромів в містах України.

8.2. Планувальна організація посадочних майданчиків (гелікортів) в структурі громадських та житлових будинків

В наукових дослідженнях вітчизняних та зарубіжних вчених детально розглядається роль різних видів міського транспорту в житті суспільства, саме тому питаннями вивчення транспортної ситуації займалися, зокрема, по Україні: Бутягин В. А., Старинкевич А. К, Лишанський Е. Е., Фильваров Г. І., Рейцен Е. А., Чекмарев В. І.; Вагнер А. (2010), Г. Зотов (2011), В. Загребя (2011), О. Степанчук (2012), закордонний досвід: Э. Пеньялос (1998-2001), І. Гляйхман (2012).

Роботами пов'язаними з проектуванням аеродромів (вертодромів) займалися (1985): канд. техн. наук В. Н. Іванов; доктора техн. наук В. І. Блохін і О. Н. Тонкій; кандидати техн. наук В. І. Ануфрієв, В. П. Апестінз, А. П. Віноградов, Г. Я. Ключніков, І. Б. Любіч і В. П. Попов; А. Б. Бабков, Ю. С. Баріт, В. Г. Гавко, А. Б. Доспехов, Б. П. Мамонтов, А. В. Мітрошін, Б. Г. Новіков, М. І. Пугачев.

Фундаментальні дослідження із загальними проблемами архітектури та містобудування, дослідження, пов'язані з формуванням будинків громадського призначення, розглядалися у наукових роботах В.А. Абизова, Н.М. Дьоміна, В.І. Ежова, В.В. Куцевича, О.С. Слепцова, В.А. Тімохіна, В.В. Товбича, В.П. Уреньова, О.П. Чижевського та інших.

Транспорт - невід'ємна частина розвитку суспільства, складова економіко-політичного функціонування інфраструктури держави. Держава попросту гине там, де робота транспортної галузі досягає критичного рівня ефективності. Будь-який збій в системі в тій чи іншій мірі є індикатором якості організації роботи, яку неможливо оцінити поза такого критерію, як відповідність вимогам безпеки.

Традиційно виділяють економічну, політичну, соціальну, культурну та оборонну функції транспортних систем, що несуть державне значення (табл.8.1).

Економічна функція транспорту представляється однією з основних, оскільки саме за допомогою транспортування здійснюється доставка сировини, матеріалів, устаткування, машин, необхідних для промислового виробництва, а також відбувається постачання готової продукції замовнику.

Політична функція транспорту полягає в регулюванні політичного впливу держави на окремі регіони за допомогою формування транспортних систем.

Оборонна функція транспорту, визначається в перевезенні та доставці військової техніки, енергоресурсів і засобів забезпечення військовослужбовців, а також у можливості досягнення пунктів призначення в найкоротші терміни.

Соціальна функція транспорту визначається забезпеченням своєчасного переміщення людей, полегшенням їх фізичної праці, тобто транспорт надає унікальні можливості для поліпшення якості життя громадян.

Культурна функція транспорту полягає у поширенні естетичних цінностей, а отже підвищення освіти і культури населення.

Таким чином, повітряний транспорт, а саме в даному дослідженні - вертольоти (гелікоптери, гвинтокрили) розглядаються в більш широкому, глобальному сенсі у філософському аспекті.

Таблиця 8.1

Класифікація вертодромів за функціональними вимогами

Функції	Призначення
Економічна	<ul style="list-style-type: none"> • Оперативна діяльність ДАІ з регулювання та управління транспортними потоками в мегаполісах, • Приватний сектор повітряних перевезень (приватні вертодроми і бізнес – авіація, аеротаксі), • Будівництво, • Сільське господарство, • Моніторинг навколишнього середовища, санітарні заходи;
Політична, оборонна	<ul style="list-style-type: none"> • Оперативна реакція правоохоронних органів (МВС, СБУ, ДАІ і т.д.) на терористичні загрози, • Забезпечення потреб прикордонної служби, • Оперативна діяльність служб екстреної допомоги (МНС, Медицина катастроф і т.д.), • Пенітенціарні перевезення;
Соціальна	<p>Надання екстреної, швидкої медичної допомоги населенню, Забезпечення потреб пожежної охорони;</p>
Культурна	<ul style="list-style-type: none"> • Туристичні перевезення, • Поштові перевезення, • Спецтранспортні (перевезення антикваріату), • Спортивні перевезення, • Навчальні перевезення;

В наш час гелікоптерний транспорт розвинений ще недостатньо, однак обсяг перевезень гелікоптерами постійно зростає і є всі підстави вважати, що він займе одне з провідних місць в системі міського транспорту. З метою вдосконалення нормативно-правової бази може бути запропонований термінологічний базис.

Геліпорт (англ. heliport) чи вертодром - невеликий аеропорт, призначений для обслуговування виключно вертольотів, в функціональну структуру котрого входить: сховище палива, освітлення, диспетчерська, вітровказівник, а також ангари, може бути митниця. У геліпорті є одна або кілька вертолітних майданчиків – гелікортів.

Гелікорт (англ. heliport) спеціально обладнаний майданчик, який включає: огорожені посадкові майданчики для одного чи кількох вертольотів, та розташований на транспортних вузлах, на покриттях житлових і громадських будівель, на піднятих платформах крім посадкових майданчиків для гелікоптерів в системі аеропортів (з будівельно-охороною зоною); майданчиків (з обмеженою будівельно-охороною зоною) на пристосованих землях, на річкових та морських акваторіях.

За гелікортами майбутнє: вони економічно вигідніше і зручніше в експлуатації - не вимагають відчуження землі, мають вільні повітряні підходи, доступ до них закритий для сторонніх.

За призначенням гелікорти, можуть бути сформовані як: медичні, пенітенціарні, пожежні, спецтранспортні (для перевезення антикваріату), поштові, туристичні, спортивні, рекреаційні (в заповідні зони), військові, мисливські, міського транспорту (таксі), урядові, МНС (табл.8.1).

Нижче приведена класифікація вертодромів по типологічним критеріям: за місткістю, за об'ємом пасажирських перевезень, (пас. в рік); за кількістю функцій; за поверховістю, за типом вертольотів, за конструкцією, за розмірами злітно-посадочних майданчиків, за формою плану, за композиційним рішенням, за структурною організацією. (табл.8.2)

Місткість гелікортів розраховується за кількістю вертольотів (штук), які злітають та садяться на площадці (корті). Ця кількість залежить від функціонального призначення гелікорта, від технічних характеристик вертольотів (таб.1.1 стор.24).

Таблиця 8.2

Види гелікортів в структурі житлових та громадських будівель

№	№	Ознаки класифікації	Показники
1		за приналежністю	<ul style="list-style-type: none"> • цивільної авіації, • експериментальної авіації, • державної авіації;
2		за ступенем обладнання	<ul style="list-style-type: none"> • постійні, • тимчасові;
3		за характером використання	<ul style="list-style-type: none"> • основні, • проміжні;
4		за місткістю	<ul style="list-style-type: none"> • великі, • середні, • малі;
5		за об'ємом пасажироперевезення, пас.в рік	<p>I клас - понад 30 тис. чол.;</p> <p>II – понад 15 тис. до 30 тис. чол. включно;</p> <p>III – до 15 тис. чол.;</p>
6		за кількістю функцій	монофункціональні, поліфункціональні;
7		за поверховістю	<ul style="list-style-type: none"> • однорівневі (без внутрішніх зв'язків), • багаторівневі (ярусні пов'язані пасажирськими та вантажними ліфтами);

8	за типом вертольотів	<ul style="list-style-type: none"> • легкі - (Мі-2, Ка-26, Ка-18) від 30 м² до 250 м² • середні - (Мі-4, Мі-8) від 250 м² до 500м² • важкі (Мі-6, Мі-10К, Ми-26) від 1500м² і більше 	
9	за конструкцією	за терміном служби (довговічність)	капітальні
			полегшені
		за характером роботи під навантаженням	жорсткі
			нежорсткі
10	за розмірами злітно-посадочних майданчиків	<ul style="list-style-type: none"> • малі, • середні, • великі; 	
11	за формою плану	<ul style="list-style-type: none"> • прямокутна, • багатокутна, • кругла; 	
12	за композиційним рішенням	<ul style="list-style-type: none"> • лінійні (з видовженою формою плану), • крапкові (з компактною формою плану), • сітьові (полігональні, зі складною формою плану); 	
13	за структурною організацією	<ul style="list-style-type: none"> • надбудовані (на покрівлі), • прибудовані (поруч з будівлею), • комбіновані, • окремо розташовані; 	

8.3. Використання вертольотів при пожежах хмарочосів

Посилення ролі міст - це невід'ємний процес розвитку сучасного суспільства, що характеризується підвищенням значення, чисельності та щільності проживання міського населення, що в свою чергу, викликає зростання вартості територій, і як наслідок - збільшення висотності будівель, а так само транспортних проблем. Вже сьогодні, у всьому світі побудовано більш ніж 20800 хмарочосів, висотою понад 90 метрів і вище, рекордсменами є будівлі в США та Канаді [227].

Якщо в 70-ті роки минулого століття слово " хмарочос " асоціювалося у всьому світі виключно з Нью-Йорком або Чикаго, то у 80-х будинки - велетні стали з'являтися в Європі, трохи пізніше - в Японії, потім в Китаї, інших країнах Південно-Східної Азії та Близького Сходу. У числі переваг висотного будівництва зазвичай називалося ефективне і економне використання дорогої міської території, особливу комфортабельність і масу різних технічних нововведень. Світовий досвід висотного будівництва довів ефективність та доцільність використання цінної міської території.

В УРСР заборонялося споруджувати житлові будинки з умовною висотою (рівнем підлоги останнього житлового поверху) вище 73,5м. Висотне будівництво почалося в кінці 1990-х років, коли закон про антивисотне будівництво було визнано недійсним, і економіка держави дала змогу споруджувати будівлі великого масштабу. Хоча першою «висоткою» Києва вважається Велика лаврська дзвіниця, висота якої практично 97 метрів, це як сучасний 32-х поверховий будинок, перший справжній хмарочос це будівля Міністерства транспорту. На даний момент у Києві споруджені такі хмарочоси: по два будинки на Позняках і Осокорках (висота найвищого 108 метрів), будинок за адресою: бульвар Дружби народів у 34 поверхи. Також планується завершити шість «висоток» на Троєщині та дві 33-х поверхових житлових будівлі, які стоять на перетині Спортивної площі, бульвару Л. Українки та вулиці Мечникова.

Розроблений документ «Концепція розміщення висотних будинків і споруд в м. Києві до 2020 року» від 16.05.2008р.(рис.8.4), на

сторінках якого визначено, що забудова висотними будинками буде проводитися на таких ділянках: «Корона міста», «Київ -Сіті», «Ворота міста», «Київське намисто» і акцентні висотні будівлі.

«Короною міста» стануть «висотки» споруджені в центрі Києва. Будинки в 40-70 поверхів сформуєть своєрідну «корону» навколо стародавнього центру міста Кия. «Київське намисто» буде сформовано будівлями на території району Либідської площі, Протасова Яру, Севастопольської площі, Шулявки, Дорогожичей, Лівобережної, Телички, Позняків, Осокорків, Петрівки, Рибальського півострова.

«Воротами Києва» стануть комплекси готельно-ділового та розважального призначення безпосередньо біля в'їздів до столиці (Одеське, Житомирське, Броварське напрямки, Харківська площа, Корчувате і Богатирський проспект). «Київ-Сіті» - комплекс з шести будівель по 65-58 поверхів, які зведуть на Рибальському півострові. Акцентні висотні будови - хмарочоси в різних районах столиці, які дадуть «нове дихання» одноманітно забудованим районам.

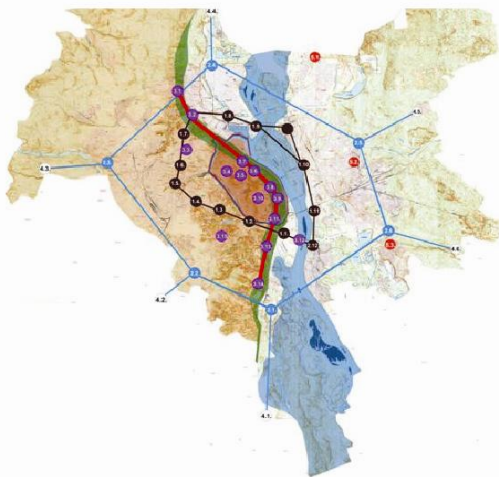


Рис.8.4 .Схема розміщення висотних будинків і комплексів згідно рельєфу міста в перспективній забудові Києва

Хмарочоси приносять колосальний прибуток, особливо в умовах дефіциту землі. Важливу роль тут відіграє мода і престиж. Проте істотних недоліків у хмарочосів не менше, аніж переваг. Причому, одним з найголовніших, слід визнати пожежонебезпеку, що характеризується такими особливостями:

- можливість швидкого розвитку пожежі;
- складність і тривалість її гасіння через велику висоту, що обумовлено труднощами подачі засобів гасіння та доступу пожежних підрозділів;
- тривалий час евакуації людей та інше.

В даний час, пожежні і рятувальні роботи проводяться за допомогою спеціально обладнаних автомобільних підйомників, пожежних сходів і колісок. Однак, при їх використанні забезпечується порятунок лише кількох людей за один раз. Крім того, ці можливості сильно обмежені і ефективність їх дії залежить від висотності, погодних умов, характеру загоряння, дорожньої обстановки та ін.

Відсутність повноцінних проїздів та місць для розміщення спеціальної пожежної техніки перешкоджають своєчасному прибуттю підрозділів Пожежної охорони до місця пожежі і роблять неможливою організацію робіт з гасіння пожежі і порятунку людей. Пожежі у висотних будівлях, як правило, призводять до численних людських жертв, значного економічного збитку. При тому, що в столиці щорічно здається мільйон квадратних метрів житла, за останні дев'ять років не збудовано жодного нового пожежного депо.

У Китаї вважають не вигідним існування дев'ятиповерхових будинків, їх постійно замінюють 50 - 100 -поверховими, і таких будов вже в Піднебесній безліч. Але при цьому там ніхто не робить ставку на порятунок людей від пожежі за допомогою висувної драбини, тому що це безглуздо. Немає у світі сходів таких конструкцій, щоб діставали до тридцятого поверху. Немає таких насосів та пересувної техніки, які могли б забезпечити необхідний тиск для подачі води на велику висоту.

Тому у проєкті будівництва будинку повинні бути передбачені такі технічні можливості, які б забезпечили пожежну безпеку. При експлуатації таких будівель слід враховувати ризик виникнення пожеж, гасити які в умовах щільної міської забудови та завантаженіс-

ттю автомагістралей по-старому неможливо. Існуючі пожежні та евакуаційні засоби, вже не в змозі забезпечити рятувальникам і пожежникам не тільки оперативність, але навіть саме проведення пожежно-рятувальних робіт.



Рис.8.5 Застосування протипожежної вертольотної техніки.

Найбільш ефективно рішення в боротьбі з вогнем в хмарочосах - застосування протипожежної вертольотної техніки(*Рис.8.5*). Вертоліт як можна краще підходить для порятунку людей і боротьби з вогнем у висотних будівлях, тому на даху хмарочосів повинні бути обладнані посадочні майданчики. Висотні будинки відносяться до об'єктів класу "еліт", де наявність вертолітного майданчика не тільки необхідність, а й атрибут високого статусу. Кошторис приватного гелікоптера співпадає з ціною престижного автомобіля, але гелікоптер значно економить час на відміну від автомобіля, який потерпає в заторах, тому що час - це гроші. За словами експертів, будівництво такого майданчика на даху обходиться, в середньому, в 3-4 рази дорожче, ніж майданчик для гвинтокрилів на землі. Але як оцінити врятоване людське життя?

Кожного року в нашій столиці будуються нові хмарочоси. Все більша кількість людей хоче жити і працювати в Києві, а місця для зведення необхідних квадратних метрів стає все менше. На даний час будівництво хмарочосів у Києві недостатньо забезпечено нор-

мативно-правовою та документальною базою, яка регулювала б цей процес, забезпечувала пожежну безпеку.

У зв'язку з інтенсивним зростанням мегаполісу, що супроводжується збільшенням висотності будівель і завантаженістю автомагістралей, для забезпечення оперативного прибуття пожежних засобів і рятувальників до місця пожежі, минаючи дорожні пробки, поки що не створено нічого краще вертольота. Саме тому авіаційні засоби пожежогасіння і порятунку викликають все більший інтерес у світі.

8.4. Використання гелікоптерів для екологічного та екстремального туризму в зоні підвищеної радіації

З кожним роком все популярнішим стає екстремальний туризм, це ті види відпочинку які пов'язані з високим ризиком для туриста. Найпопулярніші види екстремального туризму: альпінізм, дайвінг, стрибки з парашутом, рафтинг, скелелазіння, спелеотуризм. Екстремальні види відпочинку необхідні не тільки для емоційних переживань, це також розвиток власного кругозору, нових знайомств, нових вражень. Ризик, який супроводжує екстремальні види відпочинку - спосіб випробувати нові, раніше невідомі гострі відчуття в житті, і ця потреба формує тяжіння до струсу власних почуттів, що веде до недосяжним у звичайному спокійному житті емоціям. Відносно новий вид туризму - відвідування місць небезпечних для життя людини: польоти в космос, відвідування Антарктиди, кратерів вулканів, зони екологічних небезпек і т.п.

Одним з таких місць в Україні є Чорнобильська Зона відчуження, де видно весь жах і всі наслідки найбільшої техногенної катастрофи ХХ століття. Після аварії на 4-му енергоблоці утворилась зона радіоактивного забруднення, яка на початковому етапі визначалась як 30-кілометрова зона, а пізніше, після вивчення конкретної ситуації, було затверджено 10-кілометрову зону особливої радіаційної небезпеки. 30-кілометрова зона набула статусу «Чорнобильської Зони відчуження» з складною лінією її кордону, що визначається конкретними рівнями забруднення [225].

Периметр її сягав 223,5 км, з яких 34 км проходили по кордону з Білоруссю. До зони лиха потрапило близько 36 545 тис. га найбільш густо заселених українських земель, де понад 90 тисяч жителів мальовничого Полісся назавжди залишили свої домівки.

Зараз подорожі до ЧАЕС здійснюються виключно автомобільним транспортом, де небезпека чатує за кожним кроком. Але щоб дійсно подивитися на масштаби руйнівних подій, та відносно небезпечно дістатися до ЧАЕС, можливо скористатися гелікоптером. Це швидкий вид транспорту, який в найкоротший шлях дозволить дістатися до ЧАЕС.



Рис.8.6. Вид на ЧАЕС з гелікоптера [226]

Чорнобиль - це не минуле, а сьогоднішня. Загроза, яка вже не є невідворотною, тим не менш, повністю ще не вирішена. На ЧАЕС можна побачити: 4-тий реактор, поки не накритий новим саркофагом (конфайнментом), занедбані залізничні склади, недобудовані гради-рні, покинуту експериментальну базу радіобіології тварин, ставко-охолоджувач ЧАЕС, покинуті села Чорнобильської Зони, побачити зразки військової та спеціальної техніки, що брала участь у ліквідації Чорнобильської аварії, залишки "Рудого лісу", який був збережений для наукових експериментів, місто енергетиків - Прип'ять. Прип'ять - "місто-привид", огорожений колючим дротом, який в 1986 р. протягом доби назавжди покинуло 50 тисяч осіб. Аварія - ніби вбила прогрес і законсервувала рух часу. В місті панує дух радянсь-

ких часів: є герб УРСР та СРСР, написи «Мир, Праця, Травень», червоно-жовті телефонні будки та інші об'єкти, що символізують 80-ті рр. в СРСР, існує парк атракціонів з колесом огляду, який планували відкрити до свята 1 травня 1986 р., та він так ніколи і не бачив відвідувачів.

Незважаючи на те, що рівень радіації на ЧАЕС перевищує допустимі норми, ООН у лютому 2002 р. в межах «Програми розвитку» у своїй доповіді «Гуманітарні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. Стратегія реабілітації» [228], презентація якої відбулася в штаб-квартирі ООН, закликала міжнародну громадськість разом з Україною, Росією та Білоруссю вивчити можливість пропаганди спеціалізованого екологічного туризму, а також використання цих земель для збереження різноманітності природи.

Викладене дозволяє зробити висновки, про актуальність дослідження зони відчуження, використовуючи повітряні засоби пересування. Але саме гелікоптери мають значну перевагу перед іншими повітряними засобами пересування, тобто:

- маневреністю: гелікоптери здатні до вертикального зльоту, вертикальної посадки, зависання в повітрі;
- здатністю гелікоптера приземлитися (і злетіти) у будь-якому місці, де є рівний майданчик розміром у півтора діаметра гвинта.

8.5.Новітні тенденції в розвитку вертольотного транспорту в містах

Усвідомлення масштабів енергетичної катастрофи, що загрожує самому існуванню людства підштовхує фахівців різних спеціальностей до пошуку шляхів ліквідації наявного дисбалансу в оточуючому середовищі. Саме в цьому напрямку велись дослідження проф. Тоддом Рейчертом з Торонського університету Канади, які ввійшли в перелік кращих наукових досліджень світу.

Відомо, що в далекому 1980 році американське товариство «Вертолїт» в США призначило «премію Сікорського» за створення нового типу літального апарата – ОРНІТОПТЕР, вертольоту, який літає виключно за рахунок м'язової сили пілота та який досягне висоти не менше 3 м. і протримається в повітрі не менше 1 хвилини. Мінімізація розмірів площини для посадки цього виду літального

апарата повинна бути в межах 10 x 10 м. Премія була назначена в розмірі - 250 000 доларів США. Цю премію одержала в липні 2013 році канадська компанія AeroVelo за створення вертольота «Atlas». Пілотував вертольотом його розробник Тодд Рейчерт[230] Він успішно використав «екранний ефект» вертольота, суть якого в тому, що чим менша висота польоту над землею, тим менша потужність необхідна вертольоту для польоту. Створення надлегкого, всього 55 кг., літального апарату «Atlas» - це значний крок в аерокосмічній науці.

ПІСЛЯМОВА

Важливою стороною економіки сучасності є прагнення економії часу, тобто розвиток всіх видів транспорту в містах. Найбільш перспективним в цьому плані є вертольотний транспорт. На відміну від традиційної авіації, для розвитку вертольотного транспорту не потрібні великі, спеціально облаштовані аеродроми, а достатньо обладнати невеликі майданчики.

Відомо, що на початку 20 століття в Україні в Києві Ігорем Сікорським були закладані основи світового вертольотного будівництва. Якщо раніше вертольоти використовували з військовою метою, то нині вони впевнено опановують цивільний сектор використання, підтверженням цієї тези може бути той факт, що на світових виставках 2012 -2013 років приймали участь більше 200 компаній з 20 країн світу: України, Білорусі, США, Великобританії, Франції, Німеччини, Канади, Швейцарії, Швеції, Італії, Іспанії, Індії, Фінляндії, Польщі, Колумбії, Чехії, Литви та інших.

Такий бурхливий розвиток вертольотного транспорту в містах, обумовлений високою швидкістю, економічністю, екологічністю. Новітні тенденції в розвитку вертольотного транспорту позначаються з одної сторони, в розширенні ринку комерційних вертольотів, з другою сторони в нових розробках вертольотів з одновісною схемою компоновки.

В перспективі енергетичної кризи є наукові розробки нових видів вертольотів на базі м'язової енергії людини, де створено найбільш перспективну екологічно чисту модель вертольоту. В перелік

світових наукових досягнень 2013 року вийшли розробки проф. Тодда Рейчера з Торонського університету Канади.

Американські експерти компанії Honeywell прогнозують, що у період 2012–2022 рр. обсяг ринку вертольотобудування може перевищити 11600 вертольотів. При цьому 48 % з них будуть легкими одномоторними, 18 % – легкими двомоторними, 28 % – середніми двомоторними вертольотами. І тільки 7 % ринку припаде на важкі вертольоти, хоча за вартістю їх частка становитиме 22 %.

Найближчі п'ять років найбільший попит на нові вертольоти спостерігатиметься в Європі та країнах Північної Америки (26 %), на другому місці – Латинська Америка (22 %), далі – Азія (20 %). Сукупний попит на нову техніку в країнах Близького Сходу та Африки становить 6 %.

Однією із найголовніших проблем сучасних міст в усьому світі, і в Україні також - це організація вертолітного транспорту в містах: організація маршрутів переміщення вертольотів, диспетчеризація, планувальна мережа вертольотних трас і одна із складових цієї проблеми - це проектування, розміщення та побудова вертодромів та посадочних майданчиків в системі міста.

Незалежна Україна успадкувала від радянських часів всі нормативні документи, та в СРСР не було ні приватного авіатранспорту, ні, тим більше, вертолітних майданчиків на дахах. Тому не було і немає до цього дня норм на проектування посадкових майданчиків у межах міської забудови.

Необхідність створення нормативно-правової та документальної бази щодо малої авіації в містах України вкрай нагальна потреба сьогодення. Повинна здійснюватися жорстка регламентація польотів над містом і повинні бути розроблені принципи об'ємно-просторової організації вертодромів та посадочних майданчиків, повинні бути дані основні рекомендації відповідно методики їх проектування.

Авторський колектив і колектив кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів та колектив кафедри архітектури Національного авіаційного університету, закликаючи до співробітництва, завчасно дякує за надіслані в нашу адресу поради, пропозиції і зауваження щодо змісту і форми монографії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Лосев Л. И.* Винтокрылая авиация в Украине / Л. И. Лосев, Л. Л. Козяручк. – Луцьк : ФООП Захарчук В. М., 2011. – 140 с.
2. *J. Gordon Leishman.* Principles of Helicopter Aerodynamics. – Cambridge University Press, 2006. – 826 p.
3. *Yefim Gordon.* Russian air power. / Yefim Gordon, Alan Dawes. – Airlife, 2002. – 224 p.
4. *Савинский Ю. Э.* Камов: творческая биография конструктора вертолетов / Ю. Э. Савинский. – Полигон пресс. 2002. – 200 с.
5. *Бобков Е. А.* Тяжелый вертолёт Ми-26 / Е. А. Бобков. – Легенды авиации № 3 (Приложение к журналу «Стендмастер»). 2008 г. – 56 с.
6. *Величко И. И.* Изящный грузовоз / И. И. Величко // Авиация и Время. – 2000. – № 6. – С. 11.
7. *Васильев Н. А.* Нестареющие «восьмёрки» / Н. А. Васильев // Крылья Родины. – 1997. – №12. – С. 10.
8. <http://xn--80azer.xn-p1ai/ru/news/20120703/04262.html>.
9. *Мороз С. В.* Боевой вертолет Ми-24 / С. В. Мороз, И. А. Приходченко –Экспринт: Авиационный фонд. 2005. – 48 с.
9. <http://tsn.ua/politika/ukrayinsku-armiyu-ozbroyat-modernizovanimi-bovovimi-vertolotami.html>.
10. *J. Bruce Amstutz.* Afghanistan: The First Five Years of Soviet Occupation. – DIANE Publishing, 1994. – 545 p.
11. *Шунков В. Н.* Боевые вертолеты мира / В. Н. Шунков, В. В. Ликсо – АСТ, Харвест, 2005. – 240 с.
12. *Кузнецов Г. И.* Взлет по вертикали / Г. И. Кузнецов, В. А. Касьяников. – Полигон-пресс, 2008. – 216 с.
13. *Мороз С. В.* Многоцелевой вертолёт Ми-8 / С. В. Мороз. – Экспринт 2008. – 48 с.
14. *Заяц А. А.* Винтокрылы / А. А. Заяц. – М. : Молодая гвардия 1957. – 287 с.
15. *Шунков В. Н.* Боевые вертолеты / В. Н. Шунков. – Мн. : Харвест 1998. – 432 с.
16. *Jesse Russell, Ronald Cohn* Boeing-Sikorsky RAH-66 Comanche.

17. *Frederic P. Miller*, Agnes F. Vandome, John McBrewster. Boeing / Sikorsky RAH-66 Comanche / P. Frederic Miller, F. Agnes Vandome, John McBrewster. – Alphascript Publishing, 2011. – 68 p.
18. *Martha E. H. Rustad*. Helicopters. Capstone, 2007. – 32 p.
19. *Richard C. Tarr*. Engineer Design Test 1: Hughes YAH-64 Advanced Attack Helicopter: Final Report / C. Richard Tarr, L. Robert Stewart, Ralph Woratschek, L. Vernon Diekmann U.S. Army Aviation Engineering Flight Activity, 1978. – 158 p.
20. *Vernon L. D.* Engineer Design Test 2 Hughes YAH-64 Advanced Attack Helicopter: Final Report. / L. D. Vernon U.S. Army Aviation Engineering Flight Activity, 1979. – 386 p.
21. *Jonathan B.* AH-64 Apache Units of operations enduring freedom and Iraqi freedom / B. Jonathan. – Osprey Publishing limited, 2005. – 92 p.
22. *Frederic P. Miller*, Agnes F. Vandome, McBrewster John. Kaman SH-2 Seasprite, / P. Frederic Miller, F. Agnes, Vandome, McBrewster John. – VDM Publishing, 2011. – 112 p.
23. *George Galdorisi*, Thomas Phillips. Leave no man behind : the saga of combat search and rescue. / George Galdorisi, Thomas Phillips. – Minneapolis, MN : MBI Pub. Co., 2008. – 613 p.
24. *Stanley S. McGowen*. Helicopters : an illustrated history of their impact. Santa Barbara, Calif. [u.a.] : ABC-CLIO, 2005. – 351 p.
25. *Montgomery M. R., Gerald L Foster*. A field guide to airplanes of North America. / M. R. Montgomery, Gerald L Foster. – Boston : Houghton Mifflin Co., 1992. – 230 p.
26. *James M. Morris*; Patricia M Kearns. Historical dictionary of the United States Navy / James M. Morris; Patricia M. Kearns. – Lanham, Md. : Scarecrow Press, 2011. – 537 p.
27. *Adam C. B.* Kaman Sh-2g Super Seasprite. / C. B. Adam – Chromo Publishing, 2012. – 152 p.
28. *Bill Norton*. Bell Boeing V-22 Osprey: tiltrotor tactical transport. Hinckley : Midland Pub., 2004. – 127 p.
29. *Carlos A.* V-22 Ospreys Minneapolis. / A. Carlos. – MN : Bellwether Media, 2010 – 24 p.
30. *Frederic P. Miller*, Agnes F. Vandome, John McBrewster. Bell XV-15. / Frederic P. Miller, Agnes F. Vandome, John McBrewster – VDM Publishing, 2010 – 102 p.

31. *William R.G.*, National War College (U.S.). *JVX: Is it Worth the Risk.* / R. G William. – National Defense University, National War College, 1984. – 31 p.

32. *Richard W.* *The Dream Machine: The Untold History of the Notorious V-22 Osprey.* / W. Richard .– Simon and Schuster, 2010. – 464 p.

33. *Florian I. P.*, Relly Victoria Petrescu. *New Aircraft II.* / I. P. Florian. – BoD – Books on Demand, 2012. – 138 p.

34. *Горецкий Л. И.* Проектирование и строительство вертолетных станций / Л. И. Горецкий, А. И. Бородач. – М. : Стройиздат, 1964. – 263 с.

35. *Приложение 14* к Конвенции о международной авиации. Аэродромы. Том II Вертодромы.// Рекомендации международной организации гражданской авиации. (ИКАО), 2009. – 110 с.

36. *Руководство* по проектированию вертодромов и посадочных площадок для вертолетов гражданской авиации. – М. : Аэропроект, 1970. – 56 с.

37. *Васильева Е. И.* Пособие по проектированию вертолетных станций, вертодромов и посадочных площадок для вертолетов ГА / [Е. И. Васильева, В. Г. Гавко, В. А. Шиманский]. – М. : ГПИ и НИИ – Аэропроект, 1984. – 88 с.

38. *Ашфорд Н. Т.* Проектирование аэропортов. / Н. Т. Ашфорд, П. Х. Райт. – М. : Транспорт, 1988. – 328 с.

39. <http://vpk-news.ru/news/2242>.

40. *Jesse Russell.* *Tokyo Heliport.* / Jesse Russell, Ronald Cohn. – Book on Demand, 2012. – 146 p.

41. <http://spb.mk.ru/article/2012/07/12/724659-v-peterburge-poyavilsya-pervyy-vertodrom.html>.

42. <http://kiev.vgorode.ua/reference/company/165995-vertoletnaia-ploschadka>.

43. <http://www.mimoo.eu/projects/Germany/Aachen/Aachen%20University%20Hospital>

44. *General Books LLC.* *Heliports in New York: Metlife Building, East 34th Street Heliport, West 30th Street Heliport, Downtown Manhattan Heliport, Southampton Heliport.* General Books LLC, 2010. – 28 p.

45. <http://www.heliport.com.ua/ru/avtonomie-angari/bistrovozvodimie-konstrukcii-sprang/>.

46. <http://www.heliport.com.ua/ru/o-kompanii/novosti-i-sobitiya/prezentaciya-vertodroma-heliport-pervogo-v-ukraine>.

47. <http://www.hospitalcruces.com/elHospitalServiciosEndocrinologia.asp.lngen>

48. *Блохин В. И.* Аэропорты и воздушные трассы / В. И. Блохин, И. А. Белинский, И. В. Циприанович, Г. Н. Гелетуха. – М. : Транспорт, 1984. – 160 с.

49. *Robert D. S.* Heliport/vertiport Design Deliberations, / D.S Robert. – 1997-2000. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Communication, Navigation, and Surveillance, 2001. – 296 p.

50. *Виноградов А. П.* Проблемы создания единой методики оценки возможности эксплуатации аэродромных покрытий // Аэропорты. Прогрессивные технологии. – 1998. №1. – С. 12-13.

51. *Глушков Г. И.* Изыскания и проектирование аэродромов: Учеб. для вузов/ Г. И. Глушков, В. Ф. Бабков, В. Е. Тригопи и др.; под ред. Г. И. Глушкова. 2-е изд., перераб. и доп. – М. :Транспорт, 1992. – 463 с.

52. *United States.* General Accounting Office. Federal Aviation Administration's Airport Certification Program: Has it Resulted in Safe Airports: Department of Transportation : Report to the Congress. U.S. General Accounting Office, 1975. – 28 p.

53. *ЦАГИ.* Техническая информация. Серия: Авиационная и ракетная техника. – № 17-18. – 1984. – 29 с.

54. *Демин Б. И.* Совершенствование расчета температурного режима цементобетонных покрытий / Б. И. Демин, Т. П. Лешицкая, В. А. Серебренников // Строительство аэродромов. – М.: Транспорт, 1992. – 278 с.

55. *Колошенко В. П.* Вертолеты – жизнь и судьба. / В. П. Колошенко. – Казань, «Вертолёт», 2007. – 223 с.

56. *J Gordon Leishman.* Principles of helicopter aerodynamics. New York, NY: Cambridge University Press, 2005. – 826 p.

57. *Миль М. Л.* Вертолеты: расчет и проектирование. Аэродинамика. / М. Л. Миль. – Т. 1. – М. : Машиностроение, 1966. – 454 с.

58. *Михеев В. Р.* Московский вертолётный завод им. Миля. / В. Р. Михеев. – М. : Полигон-Пресс. 2007 – 319 с.

59. *Yefim Gordon. Mil's Heavylift Helicopters: Mi-6, Mi-10, V-12 and Mi-26 / Yefim Gordon, Dmitrii Komissarov, Sergey Komissarov. – Midland Publishing Limited, 2005. – 127 p.*
60. *Кузнецов Г. И. ОКБ Камова Н. И.: 50 лет (1948-1998) / Г. И. Кузнецов, В. А. Касьянников, Г. И. Кузнецов, Е. Г. Пак. – М. : Центр авиации и космонавтики, 1999. – 134 с.*
61. *Вахитов А. В. Вертолёт Ка-26. / А. В. Вахитов. – М. : Транспорт., 1973. – 167 с.*
62. *Бородач А. И. Проектирование и строительство вертопортов за рубежом: (реферат) / А. И. Бородач. – М., 1961. – 40 с.*
63. *Vijay Alagar. Modern Heliport Design. LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 72 p.*
64. http://wanin.ru/vertoletnye_ploshadki_v_gorodah.html.
65. *Юркин Ю. А. Аэродромы и аэропорты: учебное пособие / Ю. А. Юркин. – М. : МГТУ ГА, 2000. – 104 с.*
66. *Глушков Г. И. Изыскание и проектирование аэродромов. / Г. И. Глушков, Б. С. Раев-Богословский. – М. : Транспорт, 1972. – 280 с.*
67. *Бузунов В. К. Аэродром – боевая позиция авиации / В. К. Бузунов. – М. : Воениздат, 1969.*
68. *ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М. : Госстандарт СССР, 1991. – 81 с.*
69. *ГОСТ 12.1.010-76*. Взрывобезопасность. Общие требования. – М. : Госстандарт СССР, 1976. – 5 с.*
70. *Pershakov V. M. Reinforced concrete and stone structures: Textbook. – К. : NAU, 2009. – 328 p.*
71. *Луценко О. К., Військові аеродроми. Металеві аеродромні покриття. / О. К. Луценко, В. М. Першаков, Б. О. Плужніков, І. В. Чекед. – К. : 2004 p. – 58 с.*
72. *Указания к вопросу: размеры элементов постоянных (временных) вертодромов, посадочных площадок и воздушных подходов к ним : Утв. Министерством гражд. авиации 02.02.80 : Ввод в действие с 02.02.80. – 1980. – 12 с.*
73. *United States. Federal Aviation Administration. Airports Service. Heliport Design Guide. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Airports Service, 1969. – 76 p.*

74. *СНиП 2.05.08.85*. Аэродромы / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 59 с.

75. *Гавко В. Г.* Обоснование оптимальных планировочных решений вертодромов и посадочных площадок. / В. Г. Гавко. Труды ГосНИИ ГА. Сооружения и оборудование аэропортов. Вып. 237, 1984. – С. 3-10.

76. *Airport Engineering: planning, design, and development of 21st century airports* / Norman J. Ashford, Saleh Mumayiz, Paul H. Wright. – 4th ed. – 769 p.

77. *Блохин В. И.* Основы проектирования аэропортов. / В. И. Блохин. – М. : Транспорт, 1985, –208 с.

78. *Верюжський Ю. В.* Проектування аеропортів: навч. посібник / Ю. В. Верюжський, О. В. Родченко, В. Ю. Гирич та ін. – К. : НАУ. 2011. – 257 с.

79. *J. Gordon Leishman.* Principles of Helicopter Aerodynamics. Cambridge University Press, 2006. – 826 p.

80. *Таланов Г. П.* Аеропорти та їх експлуатація: Підручник. / Г. П. Таланов. –К. : НАУ, 2001. – 116 с.

81. *Барит Ю. С.* Технический ресурс жёстких аэродромных покрытий // Труды ГосНИИ № 252. – М. : 1986. – С. 31-38.

82. *Инструкция* по проектированию вертолетных станций, вертодромов и посадочных площадок для вертолетов гражданской авиации. – М. : ГПИ и НИИГА «Аэропроект», 1977. – 71 с.

83. *Бирюлин В. И.* Вертолеты в народном хозяйстве / В. И. Бирюлин, К. Н. Макаров, А. Н. Канищев. – М. : Транспорт, 1969. – 173 с.

84. *Инструкция* по вопросам: уточнение размеров посадочных площадок; уточнение тяговых характеристик и номограмм; применение вертолета на работах по борьбе с лесными пожарами; уточнение рекомендаций при полетах с грузом на внешней подвеске; ограничения по эксплуатации вертолета в условиях ливневых осадков: Утв. УЛС МГА 19.06.82-24.11.82 : Ввод. в действие с 03.05.83. – 1983. –32 с.

85. *Приложение 6* к Конвенции о международной авиации. Эксплуатация воздушных судов. Часть III. Международные полеты. Вертолеты. // Рекомендации международной организации гражданской авиации. (ИКАО), 2010. – 229 с.

86. *Положение* о восстановлении аэродромов в военное время. – Винница, ВВС Украины. 1993. – 26 с.
87. *Горецкий Л. И.* Бетонные покрытия на аэродромах / Л. И. Горецкий. – М. : Воениздат, 1950. – 200 с.
88. *John B. McKinley.* Heliport Snow and Ice Control Methods and Guidelines. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Program Engineering and Maintenance Service, 1984. – 53 p.
89. *Современный взгляд* на проблему проектирования, строительства и эксплуатации аэродромных покрытий //Аэропорты. Прогрессивные технологии. 2003. – № 2. – С. 26-29.
90. *Глушков Г. И.* Изыскание и проектирование аэродромов. / Г. И. Глушков, В. Ф. Бабаков, Л. И. Горецкий и др. – М. : Транспорт, 1981. – 616 с.
91. <http://helitek.net/surface%20helipads.html>.
92. <http://fecheliports.com/catalog/portapad>.
93. <http://www.reedconstructiondata.com/documents/FS/catalogs/2012%20Helislat%20Spec.pdf>.
94. <http://www.helistop.net/>.
95. <http://www.multicovering.ru/produktciia/pokrytie-dlia-vertoletnykh-ploshchadok>.
96. *John B. McKinley.* Evaluating Wind Flow Around Buildings on Heliport Placement. Federal Aviation Administration, Program Engineering and Maintenance Service, 1984. – 38 p.
97. *Helideck design considerations.* Civil Aviation Authority, 2009. – 48 p.
98. *М. Е. Гибшман* Проектирование транспортных сооружений. / М. Е. Гибшман, В. И. Попов. – М. : Транспорт. 1988. – 447 с.
99. *Advisory Circular 150/5320-6E/* Airport Pavement Design and Evaluation. – US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2009. – 116 p.
100. *Жустрин Г. К.* Оценка массы посадочных устройств вертолетов / Г. К. Жустрин. – М. : ЦАГИ, 1984. – 11 с. (Труды Центрального аэрогидродинамического института им. проф. Н. Е. Жуковского; вып. 2232).
101. *Изыскания* и проектирование аэродромов / [Глушков Г. И., Бабаков В. Ф., Горецкий Л. И., Смирнов А. С.]. – М. : Транспорт, 1981. – 616 с.

102. *Jaroslav J. Hajek. Common Airport Pavement Maintenance Practices.* / Jaroslav J. Hajek, Jim W. Hall, David K. Hein – Transportation Research Board, 2011. -103 p.

103. *Глушков Г. И. Устройство и эксплуатация аэродромов* / Г. И. Глушков, Б. С. Раев-Богословский. – М. : Транспорт, 1977. – 319 с.

104. *Глушков Г. И. Жёсткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог* / Г. И. Глушков, В. П. Носов, И. А. Мечников. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1994. – 352 с.

105. *Блохин В. И. Вертикальная планировка аэродромов* / В.И. Блохин. – М. : Транспорт, 1985. – 208 с.

106. *Безрук В. М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве.* – М. : Транспорт, 1971. – 245 с.

107. *Кульчицкий В. А. Аэродромные покрытия. Современный взгляд* / [Кульчицкий В. А., Макагонов В. А., Васильев Н. Б. и др.]. – М. : Физ.-мат. литература, 2002. – 528 с.

108. *ГОСТ 25912.0-91. Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ для аэродромных покрытий.* – М.: НИИЖБ Госстрой СССР, 1991. – 12 с.

109. *ГОСТ 25912.1-91. Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ для аэродромных покрытий.* – М.: НИИЖБ Госстрой СССР, 1991. – 13 с.

110. *ГОСТ 25912.2-91. Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ для аэродромных покрытий.* – М.: НИИЖБ Госстрой СССР, 1991. – 11 с.

111. *ГОСТ 25912.3-91. Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ для аэродромных покрытий.* – М.: НИИЖБ Госстрой СССР, 1991. – 9 с.

112. *ГОСТ 25912.4-91. Плиты железобетонные предварительно напряженные ПАГ для аэродромных покрытий.* – М.: НИИЖБ Госстрой СССР, 1991. – 10 с.

113. *Садовой В. Д. Исследование некоторых вопросов надежности работы и эксплуатационной оценки прочности жестких аэродромных покрытий: автореф. дис. на соискание учен. степени кандидата техн. наук : спец. 05.23.11 «Автомобильные дороги и аэродромы»* / В. Д. Садовой. – М. : 1975. – 27 с.

114. *Harvey J. Treybig*. Continuously Reinforced Concrete Airfield Pavement. Volume I. Tests on Existing Pavements and Synthesis of Design Methods. / Harvey J. Treybig, B. Frank McCullough, W. Ronald Hudson. Defense Technical Information Center, 1974. – 212 p.

115. *Portland Cement Association*. Design of Concrete Airport Pavement. Portland Cement Association, 1955. – 47 p.

116. *Демин Б. И.* Строительство аэродромов. / Б. И. Демин, А. С. Осипов, Ю. А. Матюк. – М. : Транспорт, 1980. – 280 с.

117. *United States*. Army. Corps of Engineers. Rigid pavement investigation: study of pavement joints. Investigation of sawed joints in concrete pavements. Ohio River Division Laboratories [Distributed by U.S. Dept. of Commerce, Office of Technical Services], 1954. – 37 p.

118. *Swamy R. N.*, Fibre Reinforced Cement and Concretes: Recent developments. / R. N. Swamy, B. Barr. – Taylor & Francis, 2002. – 700 p.

119. *United States*. Dept. of the Army, United States. Dept. of the Air Force. Flexible Pavement Design for Airfields (elastic Layered Method). Departments of the Army, and the Air Force, 1989.

120. *Runhua Guo*. Predicting In-service Fatigue Life of Flexible Pavements Based on Accelerated Pavement Testing. – ProQuest, 2007. – 158 p.

121. *Васильев Н. Б.* Устройство стыковых соединений в сборных покрытиях / Н. Б. Васильев, Б. И. Демин // Автомобильные дороги. – 1985. № 12.

122. *Международные стандарты* и рекомендуемая практика. Аэродромы. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации. Т. 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов, 3-е изд. – Монреаль: ИКАО, 1999. – 222 с.

123. *Effect of Gear Positions* on Airfield Rigid Pavement Critical Stress Locations [Электронный ресурс] / Jeffery Roesler, Francisco Evangelista Jr., Marcelo Domingues // 2007 FAA Airport Technology Transfer Conference, Atlantic City, New Jersey, April, 2007. – Atlantic City, 2007. – 13 p. – Режим доступа:

[http://www.ceat.uiuc.edu/PUBLICATIONS/presentations/RQESLER%20Rigid PCC stresses Roesler.pdf](http://www.ceat.uiuc.edu/PUBLICATIONS/presentations/RQESLER%20Rigid%20PCC%20stresses%20Roesler.pdf)

124. *Белятинський А. О.* Розвиток перевірки точних методів розрахунку конструкцій./ А. О. Белятинський, В. М. Першаков // Про-

блеми Розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник / – К. : НАУ, 2013. – Вип. 10. – С. 15–23.

125. *Инструкция по вопросу: размеры элементов постоянных (временных) вертодромов, посадочных площадок и воздушных подходов к ним: Утв. М-вом гражд. авиации 02.02.80: Ввод в действие с 02.02.80.* – 1980. – 12 с.

126. *Цыхановский В. К.* Расчет тонких плит на упругом основании методом конечных элементов / В. К. Цыхановский, С. М. Козловец, А. С. Коряк. – К. : Изд-во «Сталь», 2008. – 236 с.

127. *Луценко О. К.* Військові аеродроми: Методичні вказівки до виконання курсової роботи / О. К. Луценко, В. М. Першаков, Б. О. Плужников та ін. – К. : НАУ, 2003. – 72 с.

128. *Иодер Е. Д.* Принцип проектирования дорожных и аэродромных одежд. – М. : Транспорт, 1964. – 189 с.

129. *Шкумат А. О.* Вертолітна площадка на даху адміністративно-суспільного багатоповерхового будинку. Магістерська робота. – К. : НАУ, 2010. – 135 с.

130. *Корнев Б. Г.* Расчет плит на упругом основании / Б. Г. Корнев. – М. : Госстройиздат, 1962. – 356 с.

131. *Поляков А. В.* Аэродромные покрытия / Поляков А. В. – JL: ВИКИ, 1968. – 456 с.

132. *Глушков Г. И.* Повышение научно-технического уровня проектирования покрытий аэродромов / Г. И. Глушков // Сборник научных трудов МАДИ (ТУ). Проектирование и расчёт прочности конструкций и сооружений аэропортов. – М. : 1999. – С. 12–18.

133. *Белинский И. А.* Опыт строительства новой ВПП из высокопрочного бетона / И. А. Белинский, Н. В. Шинкарчук, Н. И. Белов // Аэропорты. Прогрессивные технологии. – 1999. – № 3(4). – С. 5–8.

134. *Виноградов А. П.* Прогнозирование силовой деструкции аэродромных покрытий / А. П. Виноградов // Проектирование и эксплуатация аэродромных покрытий. 1973. – Вып. 12. – С. 71–81.

135. *Васильев Н. Б.* Воздействие опоры сверхтяжёлого самолёта А-380 на жёсткие покрытия аэродромов / Н. Б. Васильев // Аэропорты. Прогрессивные технологии. – 2003. – № 4. – С. 7–9.

136. *Васильев Н. Б.* Перспективы строительства на аэродромах монолитных цементобетонных покрытий / Н. Б. Васильев // Аэропорты. Прогрессивные технологии. – 2001. – № 4. – С. 6–8.

137. *Implementation of Rigid Pavement Thickness Design for New Pavements* [Электронный ресурс] / Izydor Kawa, Edward H. Guo, Gordon F. Hayhoe, David R. Brill // 2002 Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference. – Atlantic City, 2002. – 13 p. – Режим доступа: <http://www.airporttech.tc.faa.gov/naptf/att07/2002%20TRACK%20P.pdf7P-31.pdf>

138. *DOT/FAA/AJR.-04/46. Operational Life of Airport Pavements* [Электронный ресурс], US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2004. – 117 p. Режим доступа: <http://www.airporttech.tc.faa.gov/NAPTF/Download/Operational%20Life.pdf>

139. *Development of Material Requirements for Portland Cement Concrete Pavements at the FAA National Airport Test Facility* [Электронный ресурс] / Roy D. McQueen, Jeffrey Rapol, Robert Flynn // 2007 FAA Airport Technology Transfer Conference, Atlantic City, New Jersey, April, 2007. – Atlantic City, 2007. – 10 p. – Режим доступа: <http://www.airporttech.tc.faa.gov/NAPTF/download/TRACK%20P/p-39.pdf>

140. *Development of a Computer Program for Calculating Pavement Thickness and Strength* [Электронный ресурс] / Izydor Kawa, Gordon F. Hayhoe // 2002 Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, May, 2002. Режим доступа: <http://www.airporttech.tc.faa.gov/naptfyatt07/20Q2%20TRACK%20P.pdf7P-8.pdf>

141. *A 380 Pavement Experimental Programme / Rigid Phase* [Электронный ресурс] / C. Fabre, J. M. Balay, A. Mazars // 2004 FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conference. Atlantic City, New Jersey, April, 2004. – Atlantic City, 2004. – 21 p. – Режим доступа: <http://www.airporttech.tc.faa.gov/naptf/att07/2004%20Track%20P.pdf7P04Q41.pdf>

142. *Pickett G. Influence Charts for Concrete Pavements* / G. Pickett, G. K. Ray // Transactions, American Society of Civil Engineers. – 1949. – Vol. 116. – P. 49.

143. *Advisory Circular 150/5320-16. Airport Pavement Design for the Boeing 777 Airplane* [Электронный ресурс], US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 1995. – 25 p. – Режим доступа: <http://www.ntl.bts.gov/lib/000/400/428/532Q-16.pdf>

144. *Advisory Circular 150/5320-6D. Change 3. Airport Pavement Design and Evaluation* [Электронный ресурс], US Department of

Transportation, Federal Aviation Administration, 2004. – 25 p. – Режим доступу: [http://www.faa.gov/airports air traffic/airports/resources / advisory circulars/med ia/150-5320-6D/150 5320 6d chg3.pdf](http://www.faa.gov/airports%20air%20traffic/airports/resources%20and%20advisory%20circulars/media/150-5320-6D/150%205320%206d%20chg3.pdf)

145. *FAARFEELD* - New FAA Airport Thickness Design Software [Електронний ресурс] / Izydor Kawa, David R. Brill, Gordon F. Hayhoe // 2007 FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conference. Atlantic City, New Jersey, April, 2007. – Atlantic City, 2007. – 15 p. Режим доступу: [http://www.airporttech.tc.faa.gov/naptf/ att07/2007/Papers/P07077%20Kawa%20et%20al.pdf](http://www.airporttech.tc.faa.gov/naptf/att07/2007/Papers/P07077%20Kawa%20et%20al.pdf)

146. *Effects of Joint Load Transfer on Concrete Pavement Response* [Електронний ресурс] / Liu Wei, Tien Fang Fwa // Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2005. – Vol. 6. – P. 1258–1273. Режим доступу до журналу: [http://www.easts.info/on- line/journal/06Z1258.pdf](http://www.easts.info/online/journal/06Z1258.pdf)

147. *NIKE3D – A Nonlinear, Implicit, Three-Dimensional Finite Element Code for Solid and Structural Mechanics. User’s Manual Update Summary Version 3.3.6* [Електронний ресурс] / Bradley N. Maker, Robert M. Ferencz, John O. Hallquist. – Methods Development Group, Mechanical Engineering Department, 2000. – 24 p. Режим доступу: [http://www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/15004757- x2G9g3/ native / 15004757.pdf](http://www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/15004757-x2G9g3/native/15004757.pdf)

148. *Development of Advanced Computational Models for Airport Pavement Design, Final Report DOT/FAA/AR-97/47, FAA* [Електронний ресурс] / David R. Brill. – Washington : Federal Aviation Administration, 1998. – 89 p. Режим доступу: [www.tc.faa.gov/its/worldpac/ techrpt/ ar97-47.pdf](http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ar97-47.pdf)

149. Родченко О. В. Дослідження впливу опор надважких літаків на жорсткі покриття аеродромів / О. В. Родченко // Будівництво України. – 2007. – № 3. – С. 25–28.

150. Родченко О. В. Вдосконалення методики розрахунку жорстких покриттів аеродромів у діючих нормах проектування / О. В. Родченко // Будівництво України. – 2007. – № 8. – С. 31–36.

151. *Advanced Pavement Design: Finite Element Modelling for Rigid Pavement Joints, Report II – Model Development, Report No. DOT/FAA/AR-97/7, FAA* [Електронний ресурс] / Machael I. Hammons. – Washington: Federal Aviation Administration, 1998. – 180 p. Режим доступу: <http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ar9870.pdf>

152. *Родченко О. В.* Теоретичні та практичні підходи до вдосконалення методики розрахунку плитних конструкцій будівель та споруд аеропортів / О. В. Родченко // Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель: зб. наук, праць. – К. : КиївЗНДІЕП, 2006. – С. 180–184.

153. *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.

154. *Родченко О. В.* Уточнення коефіцієнта динамічності при впливі надважких літаків / О. В. Родченко // Будівництво України. – 2007. – №10. – С. 32–35.

155. *Тоцкий О. Н.* Рекомендации по расчёту многослойных покрытий аэродромов / О. Н. Тоцкий, В. Б. Безелянский, О. Г. Тарунтаева. – М. : ГПИ и НИИГА Аэропроект, 1982. – 56 с.

156. *Дмитрієв М. М.* Теоретичні основи неруйнуючого контролю та діагностування аеродромних покриттів тепловим методом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05.22.11 «Автомобільні шляхи та аеродроми» / М. М. Дмитрієв. – К. : 1998. – 44 с.

157. *Дмитрієв М. М.* Визначення крайових умов на поверхні аеродромного покриття для постановки завдання моделювання його теплового поля / М. М. Дмитрієв, О. М. Папченко, О. Б. Деркачов, І. А. Рутковська // Вісник НАУ. 2008. – № 1. – С. 161–164.

158. *Степушин А. П.* Совершенствование методов расчёта, конструирования и технологии строительства жёстких аэродромных одежд под сверхтяжёлые нагрузки от воздушных судов / А. П. Степушин // Аэропорт. Партнёр. 2004. – № 1. – С. 24–25.

159. *Степушин А. П.* К обоснованию сроков службы жёстких аэродромных покрытий из цементобетона / А. П. Степушин // Проектирование, строительство и эксплуатация сооружений аэропортов: сб. науч. трудов МАДИ (ТУ). – М. : 2001. – С. 12–28.

160. *Степушин А. П.* Исследование закономерностей распределения взлетных масс воздушных судов / А. П. Степушин, А. П. Осипов // Проектирование, строительство и эксплуатация сооружений аэропортов: сб. науч. трудов МАДИ (ТУ). – М. : 2001. – С. 37–48.

161. *Thickness Design Calculations For the New Large Aircraft (NLA) Airbus A3 80* [Електронний ресурс] / Moshe Livneh // 2004 FAA Worldwide

Airport Technology Transfer Conference. Atlantic City, New Jersey, April, 2004. – Atlantic City, 2004. – 16 p. Режим доступа: <http://www.airporttech.tc.faa.gov/naptf7att07/2004%20Track%20P.pdf/P04Q44.pdf>

162. Шинкарчук Н. В. Учет неравномерности распределения приложений загрузок от колес опор самолетов на покрытие взлетно-посадочных полос / Н. В. Шинкарчук // Проектирование, строительство, механизация и эксплуатация аэропортов: сб. науч. трудов. – К. : КИИГА, 1985. – С. 19–22.

163. Верюжский Ю. В. Методы механики железобетона: Учебное пособие / Ю. В. Верюжский, В. И. Колчунов. – К. : Книжн. изд-во НАУ, 2005. – 653 с.

164. Перельмутер А. В. Модель основания «ССС» / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер // Расчётные модели сооружений и возможность их анализа. – К. : Сталь, 2002. – С. 369–377.

165. Горецкий Л. И. Эксплуатационные воздействия воздушных судов на аэродромные покрытия / Л. И. Горецкий, В. И. Барздо, С. М. Полосин-Никитин // Строительство аэродромов. – М. : Транспорт, 1991. – С. 64–70.

166. Родченко О. В. Розрахунок двошарових жорстких аеродромних покриттів із використанням коефіцієнта накопичення руйнувань / О. В. Родченко. Будівництво України. – 2008. – №5. – С. 40–47.

167. Родченко О. В. Розрахунок двошарових жорстких аеродромних покриттів за допомогою програмного комплексу ЛІРА / О. В. Родченко // Будівництво України. – 2008. – №9. – С. 37–41.

168. *Alternative Fatigue Cracking Modes for Airfield Rigid Pavement Design* [Електронний ресурс] / Jeffery Roesler, Francisco Evangelista Jr. // FAA Program Review Meeting. – Illinois, 2008. – 40 p. Режим доступа: <http://www.ceat.uiuc.edu/PUBLICATIONS/presentations/2008-JAN%20FAA%20Review/RQESLER CEAT-FAA 1 29 08 final.pdf>

169. *The Airbus Pavement Experimental Programme and High Tire Pressure Test* [Електронний ресурс] / Cyril Fabre, Jean-Maurice Balay // 3rd International Conference APT 2008, October 1-3, 2008. – Madrid, 2008. – 19 p. Режим доступа: <http://www.cedex.es/apt2008/html/ppt/WS1/WS1 The Airbus Pavement Experimental Programme.pdf>

170. *Руководство по проектированию аэродромов. Ч. 2. Рулежные дорожки, перроны и площадки ожидания.* Doc. 9157AN/901. Ре-

комендации международной организации гражданской авиации (ИКАО), 2005.

171. *Руководство* по вертодромам. Дос. 9261-AN/903 Рекомендации международной организации гражданской авиации (ИКАО), 1995.

172. *Руководство* по проектированию аэропортов. Ч. 1. Генеральное планирование. Дос. 9184-AN/902. Рекомендации международной организации гражданской авиации (ИКАО), 1987.

173. *Руководство* по проектированию аэродромов. Ч. 5. Электрические системы. Дос 9157-AN/901. Рекомендации международной организации гражданской авиации (ИКАО), 1983.

174. *Международные стандарты и рекомендуемая практика*. Аэродромы. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации. Т. 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов. 3-е изд. – Монреаль: ИКАО, 1999. – 222 с.

175. *Международные стандарты и рекомендуемая практика*. Руководство по проектированию аэропортов. Ч. 1. Генеральное планирование. 2-е изд. – Монреаль: ИКАО, 1992. – 218 с.

176. *Ведомственные нормы технологического проектирования аэропортов* (ВНТП 1 – 85). – М. : ГПИ и НИИГА «Аэропроект», 1986. – 64 с.

177. *Инструкция* по маркировке и оборудованию временных вертодромов и посадочных площадок для производства полетов в условиях возможного образования снежного (пыльного) вихря: Утв. Мин-вом гражд. авиации 23.07.81. – М. : Воздуш. трансп., 1982. – 8 с.

178. Аэродромы гражданской авиации / [Блохин В.И., Белинский И.А., Циприанович И.В., Билеуш А.И.]. – М.: Воздушный транспорт, 1996. – 400 с.

179. *Горецкий Л.И.* Эксплуатация аэродромов: Справочник / Л.И. Горецкий, М.А. Печерский, Л.Н. Комчихина. – М.: Транспорт, 1990. – 287 с.

180. *United States. Federal Aviation Administration. Specification for Wind Cone Assemblies.* U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2004. – 9 p.

181. *ГОСТ 23331–78 Аэродромы.* Дневная маркировка искусственных покрытий. 1979. – 20 с.

182. *ГОСТ 25269–82 Аэродромы*. Дневная маркировка грунтовых аэродромов. 1983 – 15 с.

183. *ДСТУ 3228-95. Аеродроми цивільні*. Терміни та визначення. – Київ: Держстандарт України, 1996. – 38 с.

184. *ДСТУ Б В.2.6-136:2010*. Плити залізобетонні попередньо напружені ПАГ-14 для аеродромного покриття. Конструкція. – Київ: НТК Будстандарт, 2011 – 14 с.

185. *ДСТУ Б В.2.6-137:2010*. Плити залізобетонні попередньо напружені ПАГ-18 для аеродромного покриття. Конструкція. – Київ: НТК Будстандарт, 2011 – 11 с.

186. *ДСТУ Б В.2.6-138:2010*. Плити залізобетонні попередньо напружені ПАГ-20 для аеродромного покриття. Конструкція. – Київ: НТК Будстандарт, 2011 – 13 с.

187. *ГОСТ 25912.4–91*. Арматурные и монтажно–стыковые изделия железобетонных плит для аэродромных покрытий. Конструкция. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1991. – 24 с.

188. *Бетоны тяжелые и мелкозернистые*. Технические условия: ГОСТ 26633-91. – [Введен в действие 16.05.91]. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1991. – 25 с.

189. *Немчинов М.В.* Охрана окружающей среды при проектировании и строительстве аэродромов / М.В. Немчинов, В.Г. Систер, В.В. Силкин, В.В. Рудакова. ИАСВ. – М.: 2009 – 280 с.

190. *ГОСТ 12.0.003-74**. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Госстандарт СССР, 1974. – 3 с.

191. *Международные стандарты и рекомендуемая практика*. Охрана окружающей среды. Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 2. Эмиссия авиационных двигателей. Третье издание. – Монреаль: ИКАО, 2008. – 105 с.

192. *Кульчицкий В. А.* Некоторые конструктивные и технологические решения в области строительства и эксплуатационного содержания аэродромов / В. А. Кульчицкий, Н. Б. Васильев, Б. И. Демин, Л. Б. Пчелкина // Транспортное строительство. – 1996. № 9.

193. *Назаров Н. И.* Опыт строительства взлетно-посадочных полос на аэродромах США и Канады. / Н. И. Назаров – М.: Дориздат, 1944. – 52 с.

194. *ДБН В.2.5-28-2006*. Природне і штучне освітлення. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.

195. *Авиация: энциклопедия* / гл. ред. Г. П. Свищев. – М. : Большая рос. энцикл., 1994. – 736 с.: ил.
196. *Авиация общего назначения* : науч.-техн. журн. – Харьков, 2003. – №10. – 199 с.
197. *Вильгрубе Л. С.* Вертолёты. Расчёт интегральных аэродинамических характеристик и лётно-технических данных / Л. С. Вильгрубе. – М.: Машиностроение, 1977. – 151 с.
198. *Далин Н. В.* Крылья Сикорского / В.Н. Далин, В. Р. Михеев. – М. : Изд-во МАИ, 2001. – 352 с.
199. *Катышев Г. И.* Авиаконструктор Игорь Иванович Сикорский / Г. И. Катышев, В. Р. Михеев // (Серия «Научно-биографическая литература») –М.: Наука, 1989. – 176с.
200. *Катышев Г. И.* Крылья Сикорского / Г. И. Катышев, В. Р. Михеев. – М. : Воениздат, 1992. – 432 с.
201. *Миль М. Л.* Вертолёты. Расчёт и проектирование. / [М. Л. Миль и другие]. – М. : Машиностроение, 1966. – 455 с.
202. *Савин В. С.* Авиация в Украине. Очерки истории / В. С. Савин. – Харьков: Основа. 1995. – 264 с.
203. *Тищенко И. П.* Вертолёты. Выбор параметров при проектировании / И. П. Тищенко, А. В. Некрасов, А. С. Радин. – М.: Машиностроение, 1976. – 366 с.
204. *Юрьев Г. Н.* Аэродинамический расчёт вертолётов / Г. Н. Юрьев. – М. : Оборонгиз, 1956. – 559 с.
205. http://www.forumavia.ru/forum/4/7/2980070829891477459891201779847_all.shtml
206. Приказ Минтранса РФ от 04.03.2011 N 69 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования к посадочным площадкам, расположенным на участке земли или акватории" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 05.04.2011 N 20420).
207. Руководство по государственной регистрации и допуску к эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации. Министерство Транспорта Российской Федерации. департамент воздушного транспорта. Утверждено 11 февраля 1994 г. N ДВ-26/И. Москва. 1994.
208. Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации (РЭГА РФ-94). Утверждено приказом директора

департаменту авіаційного транспорту від 19.09.94 № ДВ-98. Москва. 1994 – 125 с.

209. Воздушный Кодекс Союза ССР. Утвержден указом президиума ВС СССР от 11 мая 1983 г. N 9275-X. 1983 г.

210. *Першаков В. М.* Классификация вертолетов с учетом их конструктивных особенностей. / В. М. Першаков, Т. В. Близнюк. Инженерия транспорта и организация перевозок. Сб. статей 16-ой конференции молодых учёных «Наука-будущее Литвы», 8 мая 2013 г., – Вильнюс, ЛИТВА. – С. 112–116.

211. *Першаков В. М.* Проектування вертодромів в умовах міської забудови. / В. М. Першаков, Т. В. Близнюк / Вісник Інженерної Академії України. – К. : 2013. – № 1. – С. 270–274.

212. *Першаков В. М.* Напружено-деформований стан покриттів злітно-посадкової смуги у аеропорту Донецьк від колісної дії літака А380-800 / В. М. Першаков, Є. М. Редько / Матеріали Міжнародної научно-практ. конференції «Современные компьютерно-инновационные технологии проектирования, строительства, эксплуатации автодорог и аэродромов», 1-4 ноября 2012. – Харьков, 2012. – С. 230–240.

213. *Bielyatynskiy A. O.* Metal Structures. Metal and welding in Construction: manual / A. O. Bielyatynskiy, V. N. Pershakov, O. I. Pylypenko, V. Y. Ivannikova, N. V. Kuzhel, O. I. Lapenko. – К. : National Aviation University «NAU-druk», 2013. – 212 p.

214. *Першаков В. М.* Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам. Монографія. – К. : НАУ. 2007. – 301 с.

215. *Першаков В. М.* Особливості проектування вертолітних майданчиків на дахах будівель / *Першаков В. М., Близнюк Т. В.* // Матеріали XI Міжнародн. наук.-техн. конференції «Авіа-2013» 21-23 травня 2013 р. – К. : НАУ, 2013. – Т. 4. – С. 25.9–25.12.

216. *Белятинський А. О.* Проблеми економії енергоресурсів у дорожній галузі. / А. О. Белятинський, В. М. Першаков, Т. О. Силищук та ін. // Будівництво України. – 2011. – № 4. – С. 16–18.

217. *Воздухоплавание* /Журнал “Русское слово»/-К: 25(12)09.1909-С- 12.

218. *Стратегії Урбаністичного Майбутнього Києва*: збірник громадських дискусій, статей, інтерв'ю та проектів. Представництво

Фонду ім. Гайнріха Бьоля в Україні, 2011.-184 с - режим доступа: http://www.ua.boell.org/downloads/BOOK_STADTENTWICKLUNG.

219. *Закон України* «Про регулювання містобудівної діяльності» № 3038- VI від 17.02.2011. [Електронний ресурс]// Інтернет-режим доступа:<http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3038-17>.

220. *Стратегия развития Киева до 2025 года*. Проект. [Электронний ресурс]// Інтернет-режим доступа:– www.kmv.gov.ua/strategy.asp.

221. *Вукан Р. Вучик*. Транспорт в городах, удобных для жизни Серия: Территория будущего. /Изд-во: Территория будущего, Серия: Университетская библиотека Александра Погорельского,/ 2011. С- 576

222. *Украинские новости* - 2011.06.27 [Электронний ресурс]// Інтернет-режим доступа:<http://www.segodnya.ua>.

223. *Евгений Матвеев* «Вертолеты в городе: за и против»- 2011.09.23 [Электронний ресурс]// Інтернет-режим доступа:<http://www.ato.ru/content/vertolety-v-gorode-za-i-protiv>.

224. *Официальный портал Государственной авиационной службы Украины* -2012.12.30[Электронний ресурс]// Інтернет-режим доступа: <http://www.avia.gov.ua/uploads/documents/8565.pdf>.

225. *Закон України* від 14 березня 2006 р. № 3522-IV «Про загальнодержавну програму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи на 2006 - 2010 роки».

226. *Чернобыльский репортаж*. Фотоальбом И. Ф. Костина. Записки В. Яворивского. - М.: Планета -1988. С – 152.

227. *Алексей Вурицкий* , журнал" Арсенал 21 века",№1(6), 2010/ <http://www.aex.ru/docs/3/2010/8/12/1116/>

228. *Гуманитарные последствия аварии на Чернобыльской АЭС*. Стратегия реабилитации. Отчет по заказу ПРООН и ЮНИСЕФ при поддержке УКГД ООН и ВОЗ. Нью-Йорк-Минск-Киев-Москва 6 февраля 2002 года. [Электронний ресурс]// Інтернет-режим доступа <http://www.seu.ru/programs/-atomsafe/books/gumposl/gumposl.htm>

229. *ДБН-360** 2002. Містобудування*. Планування і забудова міських і сільських поселень К. : Мінрегіонбуд України, - К., 2011.

230. http://ru.wikipedia.org/wiki/Сикорский,_Игорь_Иванович

Науково-методичне видання

ПЕРШАКОВ Валерій Миколайович,
БЄЛЯТИНСЬКИЙ Андрій Олександрович
БЛИЗНЮК Тарас Васильович
СЕМИРОЗ Ніна Григорівна

ВЕРТОДРОМИ

Монографія

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка
С.В. Воеводін

Дизайн обкладинки
Д.В. Семироз

Підписано до друку 18.02.14. Зам. №18-02(1)/14.
Формат 60x84/16. Обл. вид. арк. 14,85. Наклад 300 прим.
Друк «НВФ «Славутич-Дельфін».
пр-т Космонавта Комарова, 1.
Тел./факс: 406-74-41