

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ,
ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи з дисципліни
«Реконструкція автомобільних доріг і аеродромів»
для студентів ступеня бакалавра спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП «Автомобільні дороги і аеродроми»
денної та заочної форм навчання

Дніпро
2022

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Реконструкція автомобільних доріг і аеродромів» для студентів ступеня бакалавра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Автомобільні дороги і аеродроми» денної та заочної форм навчання / Укладачі: Юлія БАЛАШОВА, Віктор ДЕМ'ЯНЕНКО, Олександр ТРЕГУБ – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА. – 2022. – 33 с.

Методичні вказівки призначені для полегшення роботи студентів під час виконання курсової та дипломної роботи, набуття знань в галузі реконструкції аеродромів та навичок в розробці і прийнятті інженерних рішень.

У методичних вказівках викладено метод «ACN-PCN» оцінки несучої здатності аеродромних покриттів, за допомогою якого можна визначити можливість експлуатації аеродромних покриттів різними типами повітряних суден до реконструкції і після неї. Наведено методи розрахунку конструкцій підсилення покриттів жорсткого, нежорсткого і змішаного типів асфальто-, цементо-, армобетонні.

Укладачі: Юлія БАЛАШОВА, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА;
Віктор ДЕМ'ЯНЕНКО, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА;
Олександр ТРЕГУБ, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА;

Відповідальний за випуск: Юрій КІРІЧЕК, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА.

Рецензент: Євген ЛАНДО, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА.

Затверджено на засіданні кафедри
автомобільних доріг, геодезії та
землеустрою ДВНЗ ПДАБА
Протокол № 1 від 31.08.2021 р.
Завідувач кафедри Юрій КІРІЧЕК

Рекомендовано до друку
навчально-методичною радою
ДВНЗ ПДАБА
Протокол № 4 від 17.02.2022 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. ОЦІНКА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ.....	4
1.1. Представлення даних про несучу здатність аеродромних покриттів.....	4
1.2. Розрахунок несучої здатності жорстких і змішаних покриттів.....	12
1.2.1. Розрахунок несучої здатності одношарових цементобетонних і армобетонних покриттів на штучних основах.....	13
1.2.2. Розрахунок несучої здатності двошарових цементобетонних і армобетонних покриттів на штучних основах.....	15
1.2.3. Розрахунок несучої здатності залізобетонних покриттів на штучній основі з матеріалів, для яких нормовано розрахунковий опір розтягуванню при вигині.....	17
1.2.4. Розрахунок несучої здатності змішаних покриттів.....	19
1.2.5. Визначення допустимого навантаження та коду PCN по номограмам.....	20
1.2.6. Обчислення максимального згинального моменту.....	24
1.3. Розрахунок несучої здатності нежорстких покриттів.....	25
2. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЙ ПІДСИЛЕННЯ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ.....	27
2.1. Посилення штучних покриттів при реконструкції аеродрому....	27
2.2. Розрахунок підсилення жорстких і змішаних покриттів.....	30
2.3. Розрахунок підсилення нежорстких покриттів.....	31
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	33

ВСТУП

Конструкції штучних покриттів є основними елементами аеродромів. Вони найбільше схильні до зносу і руйнування. Експлуатація існуючих аеропортів можлива при періодичній реконструкції аеродромних покриттів. При обґрунтуванні необхідності реконструкції аеродрому потрібно визначити несучу здатність існуючих конструкцій аеродромних покриттів і відповідність їх сучасному навантаженню.

Після вибору варіантів конструкцій підсилення також проводиться оцінка несучої здатності реконструйованих покриттів.

Необхідність і методи посилення існуючих покриттів при реконструкції аеродромів встановлюють з урахуванням призначуваного класу аеродрому і категорії нормативного навантаження, а також залежно від стану існуючого покриття, природної та штучної основ, водовідвідної і дренажної мережі, місцевих гідрогеологічних умов, характеристик матеріалів існуючого покриття і основи, висотного положення покриття.

Необхідна товщина посилення встановлюється розрахунком з урахуванням фактичної несучої здатності існуючого покриття.

Дані про міцність покриттів аеродромів цивільної авіації представляють класифікаційними числами штучних покриттів (PCN) в відповідності з відомчими нормативними документами та класифікацією, встановленою Міжнародною організацією цивільної авіації (ІКАО).

У методичних вказівках викладено метод «ACN-PCN» оцінки несучої здатності аеродромних покриттів, за допомогою якого можна визначити можливість експлуатації аеродромних покриттів різними типами повітряних суден до реконструкції і після неї.

Наведено методи розрахунку конструкцій підсилення покриттів жорсткого, нежорсткого і змішаного типів асфальто-, цемента-, армобетонного.

1. ОЦІНКА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

1.1. Представлення даних про несучу здатність аеродромних покриттів

Несуча здатність аеродромних покриттів визначається як здатність покриття витримувати прикладене навантаження від повітряних суден. В даний час в аеродромній практиці для представлення даних про несучу здатність аеродромних покриттів застосовують метод "ACN-PCN". Сутність оцінки експлуатаційної придатності аеродромних покриттів полягає в зіставленні класифікаційного числа PCN, що характеризує несучу здатність конструкції покриття, з класифікаційними числами повітряних суден - ACN при певній категорії міцності основи.

Відповідно до цього методу інформацію про аеродромне покриття записують у вигляді набору кодів, що характеризують:

- несучу здатність покриття - число PCN;
- тип покриття: R - жорстке; F – нежорстке;
- код міцності ґрунтової основи (табл. 1.1);
- код допустимого тиску в пневматиках коліс основної опори повітряного судна (табл. 1.2);
- код методу визначення несучої здатності покриття: T - технічна оцінка; U - оцінка за досвідом експлуатації.

Класифікаційне число покриття PCN - число, що виражає несучу здатність аеродромного покриття для експлуатації повітряного судна без обмежень при відповідній стандартній міцності ґрунтової основи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Код міцності ґрунтових основ

Код основ	Категорія міцності основи	Коефіцієнти жорсткості основ жорстких покриттів K_{se} , МН/м ³	Модулі пружності основ нежорстких покриттів E , МПа
A	Висока	$K_{se} > 120$	$E > 130$
B	Середня	$60 < K_{se} \leq 120$	$60 < E \leq 130$
C	Низька	$25 < K_{se} \leq 60$	$40 < E \leq 60$
D	Дуже низька	$K_{se} \leq 25$	$E \leq 40$

Таблиця 1.2

Значення припустимого тиску

Значення тиску	Тиск	Максимально припустимий тиск в пневматику, МПа	Жорсткі покриття з класом міцності бетону верхнього шару
W	Високий	$\geq 1,5$	$\geq 4,0 / 50$
X	Середній	1,5 - 1,0	2,8 / 35 - 3,6 / 45
Y	Низький	1,0 - 0,5	-
Z	Дуже низький	$\leq 0,5$	-

Для жорстких покриттів, посилених асфальтобетоном, приймають код допустимого тиску в пневматиках X.

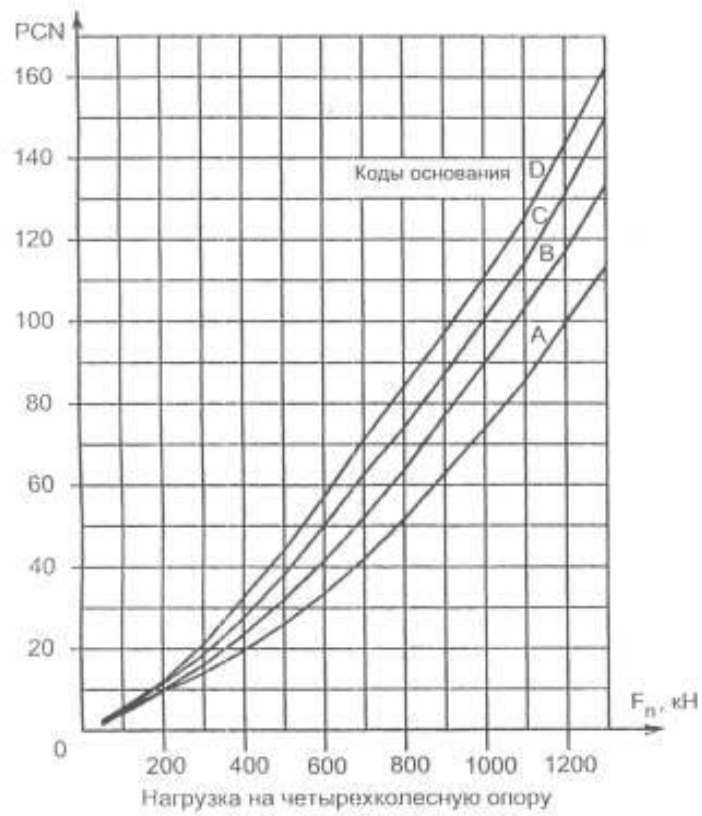


Рис. 1.1. Графік PCN жорстких та змішаних покриттів

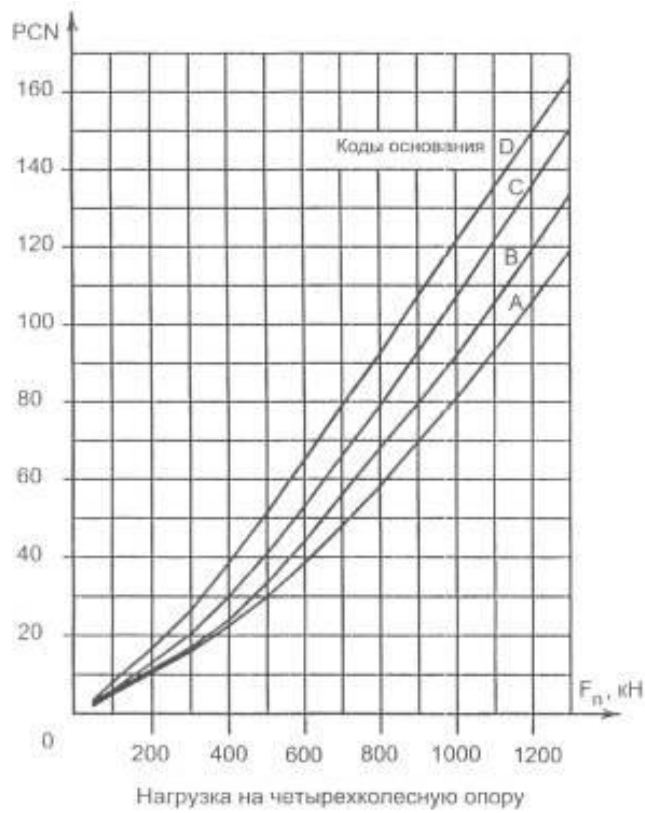


Рис. 1.2. Графік PCN нежорстких покриттів

Значення PCN можна визначити за графіком рис. 1.1 та рис. 1.2 в залежності від коду міцності ґрунтової основи та величини допустимого нормативного навантаження на чотириколісну опору (табл. 1.3)

Таблиця 1.3

Параметри нормативних навантажень

Клас аеродрому	Категорія нормативного навантаження для аеродромів	Нормативне навантаження F_n на основну (умовну) опору літака, кН	Внутрішній тиск в пневматику P_a , МПа	Основна опора
А	В/к	850	1,0	чотириколісна
А	І	700		
Б	ІІ	550		
В	ІІІ	400		
Г	ІV	300		
Д	V	80	0,6	одноколісна
Д	VI	50	0,4	

Відстані між пневматиками чотириколісної опори прийняті рівними 0,7 м між суміжними колесами і 1,3 м - між рядами коліс.

Код допустимого тиску в пневматиках для нежорстких покриттів визначають з умови міцності асфальтобетонного шару на розтяг при згині. Допустимим вважається тиск, при якому виконується умова

$$\sigma_r \leq \gamma_c \times R_d, \quad (1.1)$$

де σ_r - найбільше розтягуюче напруження при згині в розглянутому шарі від дії розрахункового навантаження, МПа

$$\sigma_r = \overline{\sigma_r} \times P_a, \quad (1.2)$$

де γ_c - коефіцієнт умов роботи асфальтобетону, що приймається рівним для груп ділянок аеродромних покриттів: А-1; Б і В-1,1; Г-1,2;

R_d - розрахунковий опір розтягуванню при вигині нижнього шару асфальтобетону;

$\overline{\sigma_r}$ - питома розтягуюче напруження в асфальтобетоні.

Підставивши значення σ_r з формули (1.1) в (1.2), можна знайти величину допустимого тиску P_a , МПа

$$P_a \leq \frac{\gamma_c \times R_d}{\sigma_r} \quad (1.3)$$

Значення γ_c , R_d та $\overline{\sigma_r}$ визначають відповідно до [1].

Приклади:

- для жорстких покриттів - PCN 75 \ R \ B \ W \ T;
- для нежорстких покриттів - PCN 50 \ F \ C \ Y \ U;
- для жорстких, посилених асфальтобетоном - PCN 45 \ R \ B \ X \ T;
- змішане.

Класифікаційне число повітряного судна ACN - число, що виражає відносний вплив повітряного судна на аеродромне покриття для встановленої стандартної міцності ґрунтової основи.

Покриття може експлуатуватися повітряними суднами без обмежень, якщо виконується умова

$$ACN \leq PCN \quad (1.4)$$

Якщо умова (1.4) не виконується, необхідно ввести обмеження маси повітряного судна або інтенсивності його руху.

Вихідні дані для оцінки несучої здатності покриттів отримують на основі:

- проведення натурних випробувань аеродромних покриттів;
- досвіду експлуатації повітряних суден на аеродромі;
- даних проектної документації по аеродрому.

Характеристики нормативних навантажень, необхідні для розрахунку несучої здатності, наведено в табл. 1.3.

Нормативні навантаження III і IV категорій допускається замінити навантаженнями на одноколісну основну опору і приймати відповідно 170 і 120 кН, а тиск в пневматиках коліс для нормативних навантажень V і VI категорій рівним 0,8 МПа.

Характеристики повітряних суден та значення ACN наведено в табл. 1.4 та табл. 1.5.

Таблиця 1.4

Характеристика повітряних суден

№ п/п	Тип повітряного судна	Маса повітряного судна, кг		Навантаження на головну опору, кг		Тиск в пневматику, МПа	Кількість на головній опорі	Координати коліс головної опори	
		<u>Максимальна</u> порожнього	<u>Максимальна</u> порожнього	X, см	Y, см				
1	2	3		4		5	6	7	8
1	АН-24	21000 13400	9786 6244	0,49	2	0 0	0 50		
2	АН-26	24000 15000	11180 7000	0,39	2	0 0	0 51		
3	АН-225	600000 254000	285000 120650	1,27	14	0 0 171 171 342 342 513 513 -171 -171 -342 -342 -513 -513	0 100 0 100 0 100 0 100 0 100 0 100 0 100		
4	АН-124	398000 180000	190642 86220	1,08	10	0 0 171 171 342 342 -171 -171 -342 -342	0 100 0 100 0 100 0 100 0 100		
5	Ту-134	47600 29350	21700 13380	0,83	4	0 0 89 89	0 56 0 56		

Продовження таблиці 1.4							
1	2	3	4	5	6	7	8
14	Як-40	16000 9700	7040 4268	0,39	1	0	0
15	Як-42	56500 31800	26555 14946	0,88	4	0 0 98 98	0 62 0 62
16	В747- 400	396342 242680	94329 57758	1,38	4	0 0 147 147	0 112 0 112
17	В777- 200С	327788 200000	155700 95000	1,50	6	0 0 145 145 -145 -145	0 140 0 140 0 140
18	Конкорд	185066 78398	88803 37775	1,26	4	0 0 167 167	0 68 0 68
19	L-1011	226092 109300	107394 51918	1,24	4	0 0 179 179	0 132 0 132
20	MD-11	281943 125780	109954 49054	1,41	4	0 0 163 163	0 137 0 137

Класифікаційні числа ACN

№ п/п	Тип повітряного судна	Значення ACN повітряного судна для відповідного типу покриття на вказаному коді основи при максимальній (перед ризикою) та мінімальній (після ризику) злітній масі							
		Жорсткі та змішані покриття				Нежорсткі покриття			
		A	B	C	D	A	B	C	D
1	Ан24	10/6	11/7	12/7	13/8	8/5	10/6	12/7	14/8
2	Ан-26	11/6	15/7	13/8	14/8	8/4	10/6	14/8	16/9
3	Ан-225	43/17	58/17	85/20	121/26	62/18	73/20	95/24	133/35
4	Ан-124	37/17	49/16	74/19	101/25	51/17	60/19	77/22	106/32
5	Ту-134	11/6	14/7	16/9	19/10	12/7	13/7	16/8	22/11
6	Ту-154	17/7	24/9	30/12	36/15	20/9	23/10	29/12	37/16
7	Ту-204	28/12	32/13	38/15	43/17	28/12	31/13	37/14	48/17
8	Ту-334	25/15	27/16	29/17	30/18	23/14	24/14	27/16	31/18
9	Ил-62М	44/17	53/17	63/20	72/23	50/17	57/18	68/21	83/27
10	Ил-76Т	29/10	33/13	30/15	34/14	24/9	28/10	34/12	46/16
11	ИЛ-76ТД	36/12	38/14	35/17	41/16	29/10	33/11	41/13	54/18
12	Ил-86	28/14	33/15	41/17	49/20	36/16	38/17	46/19	64/23
13	Ил-96	36/15	44/17	53/20	62/23	42/18	47/18	58/21	77/27
14	Як-40	9/6	10/6	10/6	11/7	7/4	9/6	12/7	13/8
15	Як-42	14/7	17/8	20/9	23/11	15/8	16/8	20/9	26/12
16	В747-400	54/29	65/33	77/39	87/45	59/32	66/34	84/39	104/54
17	В777-200С	62/33	81/38	103/48	124/60	78/39	88/43	112/52	145/73
18	Конкорд	61/21	71/22	82/25	91/29	65/21	72/22	81/26	98/32
19	L-1011	52/24	61/24	74/28	87/33	62/26	68/27	82/30	110/38
20	MD-11	58/23	67/25	82/28	94/32	66/25	73/26	88/28	117/36

1.2. Розрахунок несучої здатності жорстких і змішаних покриттів

При оцінці несучої здатності жорстких покриттів розрахунковими граничними станами є граничний стан за міцністю (бетон, армобетон, залізобетон) і граничний стан за утворенням тріщин (залізобетон з ненапруженою арматурою).

При розрахунку за міцністю для жорстких одношарових покриттів має задовольнятися умова

$$m_d \leq m_u, \quad (1.5)$$

де m_d та m_u – розрахунковий та граничний згинальні моменти в розглянутому перерізі плити покриття.

Бетонні та армобетонні двошарові покриття повинні задовольняти умовам

$$m_{d,sup} \leq m_{u,sup}; \quad (1.6)$$

$$m_{d,inf} \leq m_{u,inf}, \quad (1.7)$$

де $m_{d,sup}$, $m_{u,sup}$, $m_{d,inf}$, $m_{u,inf}$ – відповідно розрахункові і граничні згинальні моменти верхнього і нижнього шарів двошарового покриття, кНм/м.

Жорсткі змішані покриття при оцінці несучої здатності замінюються еквівалентними одношаровими бетонними покриттями.

Допустиме навантаження на аеродромне покриття визначають методом підбору: при невиконанні умов (1.5), або (1.6), (1.7) величину навантаження зменшують, при великому запасі (більше 5%) – збільшують, і заново обчислюють розрахунковий згинальний момент.

Після підбору допустимого навантаження на чотириколісну опору можна визначити код PCN відповідно до п. 1.1.

Нижче наведено методики розрахунку несучої здатності основних конструкцій жорстких аеродромних покриттів, що розроблені відповідно до [1, 2].

1.2.1. Розрахунок несучої здатності одношарових цементобетонних і армобетонних покриттів на штучних основах

А. На основах, не оброблених в'язучими, а також основах, для яких не нормовано розрахунковий опір розтягуванню при вигині:

1. Попередньо призначають характеристики навантаження згідно з проектом або по табл. 1.3 залежно від класу аеродрому.
2. Визначають:
 - розрахункове навантаження на колесо F_d , кН;
 - радіус кола, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса, R_e , м;
 - еквівалентний коефіцієнт жорсткості K_{se} основи;
 - жорсткість перерізу плити бетонного або армобетонного покриття B ;
 - пружну характеристику плити l ;
 - максимальний згинальний момент від навантаження $m_{c,max}$ при центральному завантаженні плити;
 - розрахунковий згинальний момент m_d ;
 - розрахункове число додатків навантаження U_d і коефіцієнт k_u відповідно до [1] (при визначенні коду PCN k_u приймається рівним 1);

- граничний згинальний момент m_u .
- 3. Перевіряють умову міцності (1.5). У разі невиконання умови (1.5) зменшують величину навантаження і розрахунок повторюють. Якщо розрахунковий момент менше граничного більш ніж на 5%, тобто не виконується умова

$$\frac{m_u - m_d}{m_u} \leq 0.05, \quad (1.8)$$

величину навантаження збільшують і також повторюють розрахунок до тих пір, поки не виконаються одночасно умови (1.5) і (1.8).

Навантаження, що задовольняє умовам (1.5) і (1.8), вважається допустимою.

Для визначення коду PCN знаходять:

- код основи по табл. 1.1 в залежності від еквівалентного коефіцієнта жорсткості K_{se} основи;
- число PCN за графіком рис. 1.1 в залежності від допустимого навантаження на чотириколісну опору нормативного навантаження і коду основи;
- визначають код тиску в пневматиках коліс по табл. 1.2 залежно від класу міцності бетону верхнього шару.

За знайденими параметрами складають код PCN згідно п. 1.1.

Б. На основах, оброблених в'яжучими, для яких нормовано розрахунковий опір розтягуванню при вигині розрахунок покриттів виконується відповідно до п.1 рекомендованого додатка 11 [1] в наступному порядку:

1. Попередньо призначають величину навантаження згідно з проектом або по табл. 1.3 залежно від класу аеродрому.
2. Визначають:
 - розрахункове навантаження на колесо F_d , кН;
 - радіус кола, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса R_e , м;
 - еквівалентний коефіцієнт жорсткості K_{se} неукріплених шарів основи згідно з додатком 5 [1];
 - жорсткості перерізу плити бетонного або армобетонного покриття B і штучної основи B_f (жорсткість штучної основи обчислюється за формулою жорсткості для перерізів бетонних і армобетонних плит);
 - пружну характеристику l плити з жорсткістю, яка дорівнює сумі жорсткостей покриття і основи по формулі

$$l = \sqrt[4]{\frac{B + B_f}{K_{se}}} \quad (1.9)$$

- максимальний згинальний момент $m_{c,max}$ при центральному завантаженні для знайденого значення l ;

$$\gamma_b = \frac{B}{B_f}$$

- відношення
 - величину θ_0 в залежності від значення γ_b ;
 - коефіцієнт ρ ;
 - розрахунковий згинальний момент m_d ;
 - розрахункове число додатків навантаження U_d і коефіцієнт k_u відповідно до [1] (при визначенні коду PCN k_u приймається рівним 1);
 - граничний згинальний момент m_u .
3. Перевіряють умову міцності і знаходять код PCN аналогічно викладеному вище (див. 1.2.1, А).

1.2.2. Розрахунок несучої здатності двошарових цементобетонних і армобетонних покриттів на штучних основах

А. На основах, не оброблених в'язучими, а також основах, для яких не нормовано розрахунковий опір розтягуванню при вигині:

1. Попередньо призначають величину навантаження згідно з проектом або по табл. 1.3 залежно від класу аеродрому.
2. Визначають:
 - розрахункове навантаження на колесо F_d , кН;
 - радіус кола, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса R_e , м;
 - еквівалентний коефіцієнт жорсткості K_{se} неукріплених шарів основи згідно з додатком 5 [1];
 - жорсткості перерізів верхнього B_{sup} і нижнього B_{inf} шарів покриття;
 - пружну характеристику плити, що має жорсткість, рівну сумі жорсткостей верхнього B_{sup} і нижнього B_{inf} шарів за формулою

$$l = \sqrt[4]{\frac{B_{sup} - B_{inf}}{K_{se}}} \quad (1.10)$$

- максимальний згинальний момент $m_{c,max}$ при центральному завантаженні для знайденого значення l ;
- розрахункові згинальні моменти в плитах верхнього $m_{d,sup}$ та нижнього $m_{d,inf}$ шарів в залежності від суміщення швів шарів покриття;

- розрахункове число додатків навантаження U_d і коефіцієнт k_u відповідно до [1] (при визначенні коду PCN k_u приймається рівним 1);
 - граничні згинальні моменти $m_{u,sup}$ та $m_{u,inf}$.
3. Перевіряють умови міцності (1.6) і (1.7). У разі невиконання умов зменшують величину, навантаження і повторюють розрахунок. При виконанні умов (1.6) і (1.7) перевіряють умову

$$\frac{m_{u,sup} - m_{d,sup}}{m_{u,sup}} \leq 0.05 \quad (1.11)$$

Якщо остання умова не виконується, величину навантаження збільшують і повторюють розрахунок. При виконанні умов (1.6), (1.7) і (1.11) навантаження вважається допустимим.

4. Код PCN визначають аналогічно п. 1.2.1.

Б. На основах, оброблених в'яжучими, для яких нормовано розрахунковий опір розтягуванню при вигині розрахунок покриттів виконується відповідно до п.1 рекомендованого додатка 11 [1] в наступному порядку:

1. Попередньо призначають величину навантаження згідно з проектом або по табл. 1.3 залежно від класу аеродрому
2. Визначають:
 - розрахункове навантаження на колесо F_d , кН;
 - радіус кола, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса R_e , м;
 - еквівалентний коефіцієнт жорсткості K_{se} неукріплених шарів основи згідно з додатком 5 [1];
 - жорсткості верхнього B_{sup} і нижнього B_{inf} шарів покриття, жорсткість штучної основи B_f і сумарну жорсткість конструкції

$$B_{tot} = B_{sup} + B_{inf} + B_f; \quad (1.12)$$

- пружну характеристику плити за формулою

$$l = \sqrt[4]{\frac{B_{tot}}{K_{se}}}; \quad (1.13)$$

- максимальний згинальний момент $m_{c,max}$ при центральному завантаженні для знайденого значення l ;

$$\gamma_b = \begin{cases} \frac{B_{inf} + B_{sup}}{B_f} \text{ при не суміщенні швів} \\ \frac{B_{inf}}{B_f} \text{ при суміщенні швів} \end{cases}$$

- показник
 - величину θ_0 в залежності від значення γ_b ;
 - коефіцієнт ρ ;
 - розрахункові згинальні моменти в плитах верхнього $m_{d,sup}$ та нижнього $m_{d,inf}$ шарів в залежності від суміщення швів шарів покриття;
 - розрахункове число додатків навантаження U_d і коефіцієнт k_u відповідно до [1] (при визначенні коду PCN k_u приймається рівним 1);
 - граничні згинальні моменти $m_{u,sup}$ та $m_{u,inf}$ за формулою (14) [1]. Граничний згинальний момент в нижньому шарі $m_{u,inf}$ обчислений за формулою (14) [1], множиться на поправочний коефіцієнт k_m , що визначається за додатком 10 [1].
3. Перевіряють умови міцності (1.6) і (1.7). У разі невиконання умов зменшують величину навантаження і повторюють розрахунок. При виконанні умов (1.6) і (1.7) перевіряють умову (1.11). Якщо умова (1.11) не виконується, величину навантаження збільшують і розрахунок повторюють. При виконанні умов (1.6), (1.7) і (1.11) навантаження вважається допустимим.
4. Код PCN визначають аналогічно п. 1.2.1.

1.2.3 Розрахунок несучої здатності залізобетонних покриттів на штучній основі з матеріалів, для яких нормовано розрахунковий опір розтягуванню при вигині

Розрахунок виконується відповідно до п. 2 рекомендованого додатка 11 [1] в наступному порядку:

1. Попередньо призначають величину навантаження згідно з проектом або по табл. 1.3 залежно від класу аеродрому.
2. Визначають:
 - розрахункове навантаження на колесо F_d , кН;
 - радіус кола, рівновеликого площі відбитка пневматика колеса R_e , м;
 - еквівалентний коефіцієнт жорсткості K_{se} неукріплених шарів основи згідно з додатком 5 [1];
 - жорсткість перерізу плити залізобетонного покриття;
 - пружну характеристику плити l ;
 - максимальний згинальний момент $m_{c,max}$ при центральному завантаженні для знайденого значення l ;
 - розрахунковий згинальний момент m_d ;
 - перехідний коефіцієнт k по рис. 1 додатка 10 [1];

- коефіцієнт $k_{x(y)} = 1$;
 - граничний згинальний момент m_u за формулою (15) [1].
3. Перевіряють умову міцності (1.5). Якщо умова міцності виконується, зменшують величину навантаження і повторюють розрахунок. При невиконанні умови (1.5) виконують наступні дії:
- методом підбору визначають необхідну пружну характеристику плити l_d , при якій дотримується умова (1.5);
 - визначають необхідний коефіцієнт жорсткості K_{sd} за формулою

$$K_{sd} = \frac{B}{l_d^4}$$

- обчислюють відношення

$$\frac{E_c}{1,8 \times l_d \times K_{sd}}, \quad \frac{E_c}{1,8 \times l \times K_s} \quad (1.14)$$

- визначають умовний діаметр кола передачі навантаження від плити до штучної основи D_r за формулою

$$D_r = 2,5 \times l_d \times k_a, \quad (1.15)$$

- де k_a - коефіцієнт, що приймається за додатком 11 [1] залежно від відношення $\frac{R_e}{l_d}$

- знаходять по номограмам п. 2 додатка 11 [1] необхідну товщину штучної основи t_f з матеріалів, укріплених в'язучим.

4. Порівнюють необхідну товщину t_f з наявною товщиною $t_{f,ext}$. Якщо виконуються умови

$$t_f \leq t_{f,ext}, \quad (1.16)$$

$$\frac{t_{f,ext} - t_f}{t_{f,ext}} \leq 0,05 \quad (1.17)$$

навантаження вважається допустимим за міцністю.

При невиконанні умови (1.16) навантаження зменшують, при невиконанні умови (1.17) - збільшують і розрахунок повторюють.

5. Перевіряють ширину розкриття тріщин a_{cr} відповідно до [1]. Якщо $a_{cr} \leq 0,3$ мм, навантаження вважається допустимим по розкриттю тріщин. В іншому випадку зменшують навантаження і знову перевіряють ширину розкриття тріщин.

Код PCN навантаження, допустимого по міцності і розкриттю тріщин, визначають аналогічно викладеному вище.

1.2.4. Розрахунок несучої здатності змішаних покриттів

Змішані покриття включають в себе жорсткий перекритий асфальтобетоном шар (шари), який є основним несучим елементом конструкції і не має серйозних ушкоджень, а також близько розташованих наскрізних тріщин (на відстані менше 3 метрів). Жорсткі аеродромні покриття з верхнім шаром асфальтобетону при розрахунку замінюються еквівалентними за несучою здатністю одношаровими бетонними покриттями з товщиною, що визначається за формулою

$$t_{en} = \sqrt[3]{\frac{E_{ab}}{E_e} \times t_{ab} + t_{ed}}, \quad (1.18)$$

де t_{ab} і E_{ab} - товщина і модуль пружності асфальтобетону;

E_b - модуль пружності бетону жорсткого покриття;

t_{ed} - товщина бетонного покриття, еквівалентного по несучій здатності жорсткому покриттю (без асфальтобетону), прийнята рівною для покриттів:

бетонних $t_{ed} = t_{pd}$;

армобетонних $t_{ed} = 1,1 \times t_{pd}$;

залізобетонних з ненапруженою арматурою при відсотку армування:

0,25 $t_{ed} = 1,1 \times t_{pd}$;

0,30 $t_{ed} = 1,21 \times t_{pd}$;

0,35 $t_{ed} = 1,32 \times t_{pd}$;

0,40 $t_e = 1,41 \times t_{pd}$;

збірних та монолітних попередньо напружених

$t_{ed} = 1,6 \times t_{pd}$;

t_{pd} - товщина жорсткого шару покриття, що приймається в залежності від категорії руйнування.

При розрахунку еквівалентного одношарового покриття характеристики матеріалів, типи швів і стикових з'єднань приймають як для існуючого покриття:

- значення коефіцієнта k_d зменшують на 15% у порівнянні з даними, наведеними в табл. 30 [1], але приймають не менше 1;

- коефіцієнт умов роботи встановлюють з урахуванням поправочного коефіцієнта k_m прийнятого по графіку додатка 10 [1] залежно від товщини асфальтобетону.

1.2.5. Визначення допустимого навантаження та коду PCN по номограмам

Процес пошуку допустимого навантаження утруднюється тим, що на кожному кроці необхідно визначати одиничні згинальні моменти по таблиці інтерполяцією.

Для визначення допустимого навантаження та коду PCN розроблені номограми максимальних згинальних моментів (рис. 1.3...1.5) конструкцій аеродромів з жорсткими і змішаними покриттями.

За допомогою номограм можна знайти величину навантаження, для якої виконується рівність розрахункового і граничного моментів. Номограми побудовані для стандартної чотириколісної опори з відстанями між суміжними колесами 0,7 м і між рядами коліс - 1,3 м. Для визначення допустимого навантаження по номограмами рис. 1.3...1.5 необхідно:

- 1) визначити жорсткість конструкції;
- 2) визначити еквівалентний коефіцієнт жорсткості пружної основи;
- 3) обчислити пружну характеристику плити;
- 4) визначити сумарну товщину жорсткої конструкції;
- 5) визначити розрахунковий опір розтягуванню при вигині цементобетону;
- 6) обчислити граничний згинальний момент;
- 7) обчислити максимальний згинальний момент за формулами (1.19) ... (1.26);
- 8) відновити перпендикуляри:
 - з точки на горизонтальній осі, відповідної значенню пружної характеристики плити;
 - з точки на лівій вертикальній осі, відповідної значенню максимального згинального моменту, до їхнього перетину.

Отримана точка перетину визначає на кривих лініях допустиме навантаження на нормативну чотириколісну опору.

Наприклад, для пружної характеристики плити, рівної 1,11 м, і максимального згинального моменту, рівного 37 кНм/м (рис. 1.3), допустиме навантаження складе 390 кН.

Для визначення чисельного значення PCN необхідно визначити код основи по табл. 1.1 в залежності від еквівалентного коефіцієнта жорсткості.

Код PCN знаходять по номограмами, проводячи криву лінію, інтерполюється допустиме навантаження, від знайденої вище точки перетину (величини допустимого навантаження) до перетину з графіком необхідного коду основи. Від останньої точки перетину проводять пряму горизонтальну лінію до правої осі (PCN).

Код допустимого тиску приймають по табл. 1.2 залежно від класу міцності бетону верхнього шару покриття.

Наприклад, по рис. 1.3 можна знайти: при допустимому навантаженні 390 кН, коді основи С і класі міцності бетону 3,6 / 45 код PCN 26 \ R \ C \ X \ T.

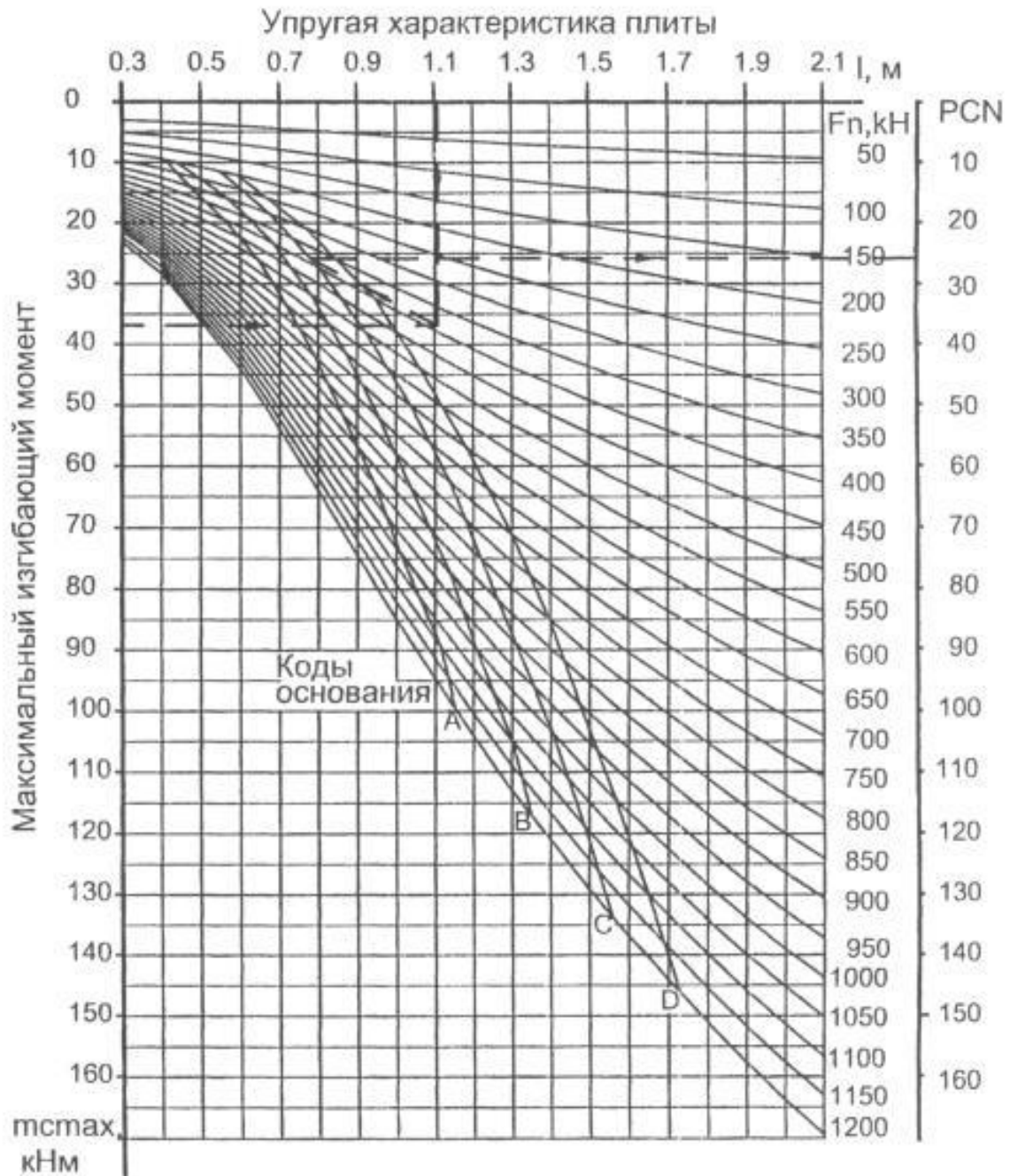


Рис. 1.3. Номограма для визначення навантаження на опору та числа PCN жорсткого аеродромного покриття

Група діляниць А (коефіцієнт динамічності $K_d = 1.2$);
 F_n - навантаження на стандартну чотириколісну опору;
 внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс $P_a = 1,0$ МПа;
 коефіцієнт розвантаження $\gamma_f = 1$

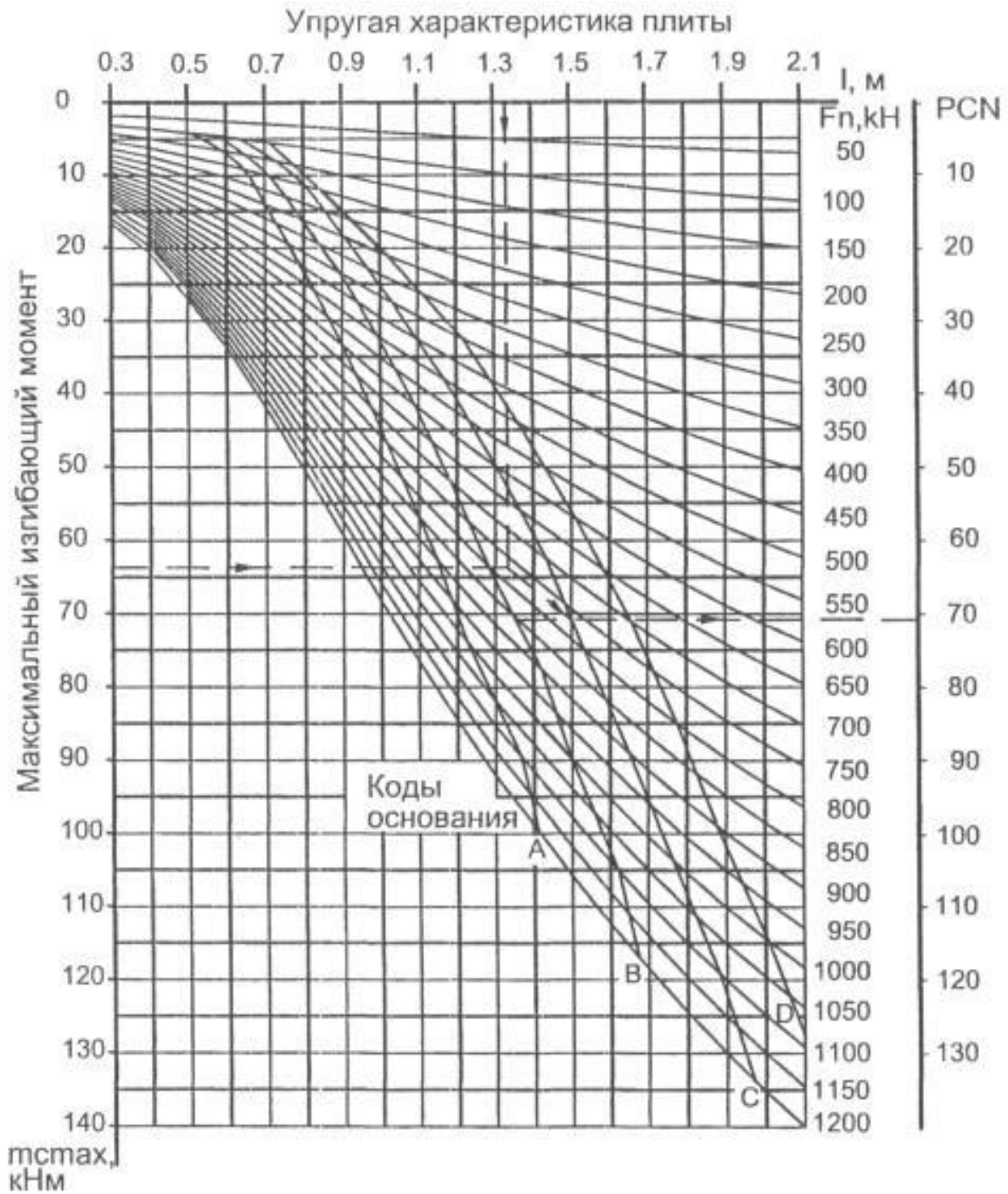


Рис. 1.4. Номограма для визначення навантажень на опору та числа PCN жорсткого змішаного покриття з товщиною асфальтобетону 0,1 м

Група діляниць А (коефіцієнт динамічності $K_d = 1.02$);
 F_n - навантаження на стандартну чотириколісну опору;
 внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс $P_a = 1,0$ МПа;
 коефіцієнт розвантаження $\gamma_f = 1$;
 радіус передачі навантаження на жорсткий шар $R_{ab} = R + 0,78 * t_{ab}$

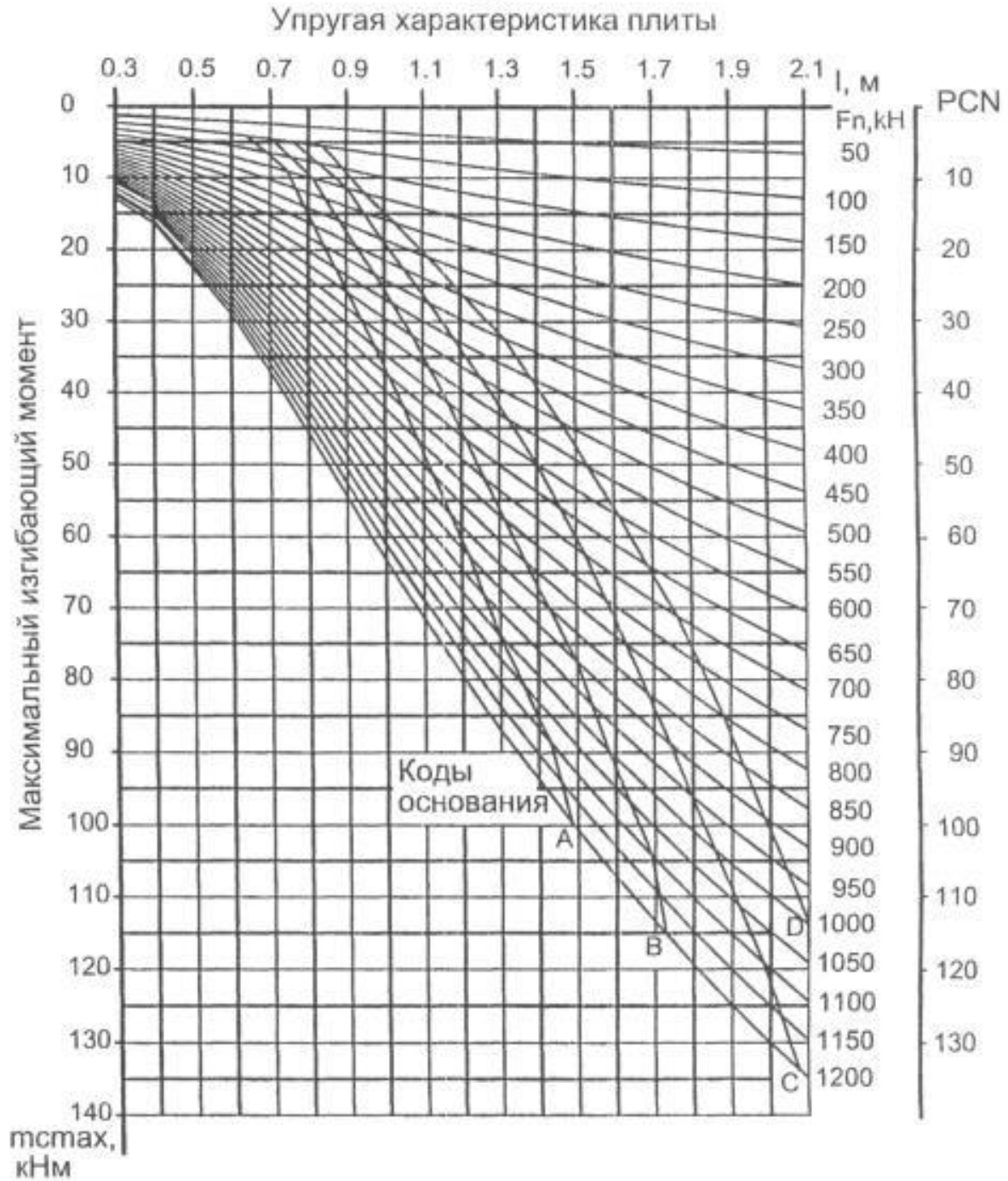


Рис. 1.5. Номограма для визначення навантажень на опору та числа PCN жорсткого змішаного покриття з товщиною асфальтобетону 0,2 м

Група діляниць А (коефіцієнт динамічності $K_d = 1.02$);
 F_n - навантаження на стандартну чотириколісну опору;
 внутрішній тиск повітря в пневматиках коліс $P_a = 1,0$ МПа;
 коефіцієнт розвантаження $\gamma_f = 1$;
 радіус передачі навантаження на жорсткий шар $R_{ab} = R + 0,78 * t_{ab}$

1.2.6. Обчислення максимального згинального моменту

Максимальний згинальний момент можна обчислити, порівнявши розрахунковий та граничний згинальний моменти, тобто виконавши умови (1.5) або (1.6)...(1.7). Для двошарових покриттів обчислюють значення максимальних згинальних моментів за умовами міцності верхнього і нижнього шарів і приймають найбільше значення. Нижче наведені формули для обчислення згинальних моментів:

для одношарових покриттів

$$m_{c,\max} = \frac{m_u}{k \times k_{\text{Т}}} = \frac{\gamma \times R_{\text{дтб}} \times t^2 \times k_u}{6 \times k \times k_{\text{Т}}}; \quad (1.19)$$

для бетонних і армобетонних одношарових покриттів на основі з матеріалів, оброблених в'язучими матеріалами

$$m_{c,\max} = \frac{(B + B_f) \times m_u}{B \times k \times \rho} = \frac{\gamma_c \times R_{\text{дтб}} \times t^2 \times (B + B_f)}{6 \times k \times \rho \times B}; \quad (1.20)$$

для верхнього шару двошарових покриттів з суміщеними швами

$$m_{c,\max} = \frac{B_{\text{tot}} \times m_{u,\text{sup}}}{B_{\text{sup}} \times k' \times \rho} = \frac{\gamma_{c,\text{sup}} \times R_{\text{дтб,суп}} \times t_{\text{суп}}^2 \times k_u \times B_{\text{tot}}}{6 \times k' \times \rho \times B_{\text{sup}}}; \quad (1.21)$$

для нижнього шару двошарових покриттів з суміщеними швами

$$m_{c,\max} = \frac{B_{\text{tot}} \times m_{u,\text{inf}}}{B_{\text{inf}} \times k' \times \rho} = \frac{\gamma_{c,\text{inf}} \times R_{\text{дтб,inf}} \times t_{\text{inf}}^2 \times k_u \times k_m \times B_{\text{tot}}}{6 \times k' \times \rho \times B_{\text{inf}}}; \quad (1.22)$$

для верхнього шару двошарових покриттів з не суміщеними швами

$$m_{c,\max} = \frac{B_{\text{tot}} \times m_{u,\text{sup}}}{B_{\text{sup}} \times k_1 \times \rho} = \frac{\gamma_{c,\text{sup}} \times R_{\text{дтб,суп}} \times t_{\text{суп}}^2 \times k_u \times B_{\text{tot}}}{6 \times k_1 \times \rho \times B_{\text{sup}}}; \quad (1.23)$$

для нижнього шару двошарових покриттів з не суміщеними швами

$$m_{c,max} = \frac{B_{tot} \times m_{u,inf}}{B_{inf}} = \frac{\gamma_{c,inf} \times R_{btb,inf} \times t_{inf}^2 \times k_u \times k_m \times B_{tot}}{6 \times B_{inf}}, \quad (1.24)$$

для залізобетонних покриттів з ненапруженою арматурою

$$m_{c,max} = \frac{m_u}{k \times k_N} = \frac{\gamma_c \times A_s \times R_s \times \left(h_0 - \frac{x}{3} \right)}{k \times k_N}, \quad (1.25)$$

для збірних покриттів із залізобетонних попередньо напружених плит

$$m_{c,max} = \frac{m_u}{k_N \times k_{x(y)}} = \frac{\gamma_c \times \left(R_{btb} \times \frac{t^2}{6} \times k_u + m_y \right)}{k_N \times k_{x(y)}}. \quad (1.26)$$

1.3. Розрахунок несучої здатності нежорстких покриттів

Розрахунок несучої здатності нежорстких покриттів виконують у наступній послідовності:

1. Призначають величину навантаження і визначають приведену інтенсивність руху повітряних суден. Для визначення PCN рекомендується приймати наведену інтенсивність руху для асфальтобетону рівній 50 зльотів на добу. Величину навантаження можна попередньо прийняти рівною проектній або вибрати з табл. 1.3 залежно від класу аеродрому.

2. Обчислюють розрахункове навантаження на головну опору F_n і навантаження на колесо F_d .

3. Визначають найменшу відстань a між розрахунковим колесом головної опори і найближчим до нього колесом, а також найбільшу відстань a_d між розрахунковим колесом і найбільш віддаленим від нього у відповідності зі схемами головних опор.

4. Перевіряють умову

$$\frac{a}{2} < t_{tot} < 2 \times a_d \quad (1.27)$$

де t_{tot} - сумарна товщина нежорсткої конструкції.

Якщо $t_{tot} \leq \frac{a}{2}$, одноколісне навантаження приймається рівним розрахунковому колісному навантаженню $F_e = F_d$. Якщо $t_{tot} \geq 2 \times a_d$, одноколісне навантаження приймається рівним навантаженню на головну

опору з урахуванням коефіцієнтів динамічності і розвантаження $F_e = k_d \times \gamma_f \times F_n$.

При виконанні умови (1.27) еквівалентне навантаження визначають за формулою

$$F_e = 10 \left(\frac{\lg n_k}{\lg \frac{4 \times a_d}{a}} \times \lg \frac{2 \times t_{tot}}{a} + \lg F_d \right), \quad (1.28)$$

де n_k - число коліс на опорі.

5. Обчислюють діаметр кола, рівновеликого площі відбитка одноколісного еквівалентного навантаження D_e .

6. Якщо заданий склад руху повітряних суден, визначають приведену повторність додаткового розрахункового навантаження згідно [1]. У цьому випадку PCN не визначають, а несучу здатність визначають як допустиме навантаження від розрахункового повітряного судна.

7. Обчислюють відношення E / E_{mt} , і t_{tot} / D_e , по номограмі додатка 10 [1] визначають коефіцієнт ψ_k .

8. Визначають еквівалентний модуль пружності нежорсткої конструкції, включаючи ґрунтову основу $E_{ed} = \psi_k \times E_{mt}$.

9. Обчислюють розрахунковий відносний прогин λ_d .

10. Визначають граничний відносний прогин λ_u .

11. Порівнюють розрахунковий та граничний відносні прогини

$$\lambda_d \leq \lambda_u \quad (1.29)$$

Якщо умова міцності по прогину не виконується, величину навантаження зменшують і повторюють розрахунок.

Якщо розрахунковий відносний прогин менше граничного більш ніж на 5%, тобто не виконується умова

$$\frac{\gamma_c \times \lambda_u - \lambda_d}{\gamma_c \times \lambda_u} \leq 0,05, \quad (1.30)$$

величину навантаження збільшують і також повторюють розрахунок до тих пір, поки не виконаються одночасно умови (1.29) і (1.30).

12. Обчислюють середній модуль пружності E_{ab} і сумарну товщину t_{ab} асфальтобетонних шарів.

13. Обчислюють еквівалентне одноколісне навантаження F_e і діаметр кола, рівновеликого площі відбитка одноколісного еквівалентного

навантаження для асфальтобетону D_{ei} аналогічно п. 4 і п. 5, підставляючи у формули (1.27), (1.28) замість t_{tot} товщину t_{ab} .

14. Обчислюють середній модуль пружності шарів штучної основи під асфальтобетоном E_m .

15. Обчислюють відношення E_{ab} / E_m і t_{ab} / D_{ei} , і по номограмі додатка 10 [1] визначають коефіцієнт ψ_k .

16. Визначають еквівалентний модуль пружності основи під асфальтобетоном $E_e = \psi_k \times E_m$.

17. Обчислюють відношення E_{ad} / E_e і t_{ab} / D_{ei} , і по номограмі додатка 10 [1] визначають питоме розтягуюче напруження.

18. Обчислюють максимальне розтягуюче напруження в асфальтобетоні при вигині за формулою (1.2) і перевіряють умову міцності за формулою (1.1).

Якщо умова міцності не виконується, зменшують величину навантаження і повторюють розрахунок.

19. При виконанні умов (1.29), (1.30) і (1.1) навантаження вважається допустимим.

Для визначення коду PCN згідно п. 1.1 знаходять:

- код основи по табл. 1.1 в залежності від модуля пружності основи E ;
- число PCN за графіком рис. 1.2 в залежності від допустимого навантаження на чотириколісну опору нормативного навантаження і коду основи;
- код тиску в пневматиках коліс за формулою (1.3) і табл. 1.2.

2. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЙ ПІДСИЛЕННЯ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

2.1. Посилення штучних покриттів при реконструкції аеродрому

Посилення існуючих покриттів викликано наступними причинами: необхідністю підвищення несучої здатності покриттів з появою нової авіаційної техніки (нового типу розрахункового повітряного судна), збільшенням інтенсивності повітряного руху або незадовільним експлуатаційно-технічним станом аеродромного покриття: наявністю дефектів покриттів (вибоїн, сильного зносу верхнього шару), неприпустимих для безпечної експлуатації повітряних суден, усунення яких неможливе методами поточного ремонту.

Шари підсилення покриттів слід проектувати у випадках:

- коли несуча здатність існуючого покриття недостатня для сприйняття навантаження від повітряних суден, експлуатація яких планується на даному аеродромі;

- коли несуча здатність покриття достатня, але його поверхня знаходиться в стані, при якому заміна окремих плит або ділянок та ремонт решти економічно менш вигідні, ніж укладання нового шару.

Способи посилення покриттів визначають з урахуванням категорії нормативного навантаження і в залежності від стану існуючого покриття. Категорію руйнування існуючих жорстких покриттів встановлюють відповідно до табл. 2.1

Категорію руйнування встановлюють за ознакою, що визначає найбільш високу категорію руйнування.

Наскрізні тріщини враховують, якщо середня відстань між ними менше 5 м і вони не допускаються розрахунковим граничним станом.

При визначенні процентного вмісту зруйнованих плит приймають: для ШЗПС - середню смугу шириною, рівній половині ширини ШЗПС - по всій її довжині; для РД та інших елементів покриття - ряд плит, що піддаються впливу навантажень від основних опор повітряних судів; для МС і перонів - всю робочу площу.

При посиленні покриттів необхідно попередньо відновити основу і зруйноване покриття, на яке покласти вирівнюючий шар з песчаноцементної суміші, дрібнозернистого або піщаного бетону при уступах, вибоїнах і інших нерівностях існуючих покриттів понад 2 см. Якщо основа зруйнована через незадовільну роботу водостічної та дренажної мережі, то її необхідно відновити.

Таблиця 2.1

Категорія руйнування покриттів

Категорія руйнування плит існуючих жорстких покриттів	Кількість плит, %, що мають			
	Лущення глибиною вище 1 см	Відколи кромки в місцях швів	Наскрізні тріщини (повздовжні та поперечні)	Відколи кутів, діагональні наскрізні тріщини поруч із наскрізними поздовжніми та поперечними
I	менше 10	-	-	-
II	от 10 до 30	менше 30	менше 20	-
III	більше 30	30 та більше	від 20 до 30	менше 20
IV	не нормується		більше 30	20 и більше

Монолітні бетонні і армобетонні покриття підсилюють монолітним бетоном, армобетоном, залізобетоном і збірними попередньо напруженими плитами або асфальтобетоном.

Монолітні залізобетонні покриття підсилюють, як правило, монолітним залізобетоном або асфальтобетоном. Збірні покриття із попередньо напружених плит підсилюють збірними попередньо напруженими плитами або асфальтобетоном.

При підсиленні збірних покриттів збірними плитами шви шару підсилення по відношенню до швів існуючого покриття зміщують не менше ніж на 0,5 м для поздовжніх швів і на 1 м для поперечних. Посилення монолітних жорстких покриттів монолітним бетоном, армобетоном або залізобетоном виробляють з суміщенням швів в шарах як для двошарових покриттів по розділюючому прошарку. Конструкція плит шару підсилення така ж, як для звичайних бетонних, армобетонних і залізобетонних плит.

При посиленні жорстких покриттів збірними попередньо напруженими залізобетонними плитами між існуючим покриттям і збірними плитами влаштовують вирівнюючий шар з піщаного бетону або піскоцементу товщиною в середньому не менше 3 см; розділюючий прошарок в цьому випадку не влаштовують.

При посиленні існуючих покриттів асфальтобетоном вирівнюючий шар влаштовують тільки при висоті нерівностей понад 3 см. Асфальтобетонний шар посилення влаштовують одно або двошаровим. Для посилення жорстких покриттів застосовують тільки щільні асфальтобетонні суміші.

На ділянках, що мають велику кількість наскрізних тріщин, виконують армування асфальтобетонного шару підсилення полімерними або склопластиковими сітками, що розташовуються під верхнім шаром асфальтобетону.

При посиленні жорстких покриттів асфальтобетоном незалежно від їх стану передбачають армування сітками шару підсилення: в місцях систематичного запуску і випробування двигунів повітряних суден; на ділянках примикання РД до ШЗПС; у місцях попереднього запуску двигунів по всій ширині магістральної РД з довжиною армованої ділянки 20 м; по всій ширині кінцевих ділянок ШЗПС довжиною 150 м; по всій ширині групових МС уздовж лінії розміщення основних опор і двигунів повітряних суден, включаючи зону впливу газового струменя.

Проектом посилення існуючих жорстких аеродромних покриттів асфальтобетоном передбачають заходи (армування, нарізку деформаційних швів) щодо зниження ймовірності утворення відображених тріщин у шарі посилення.

Нарізку деформаційних швів виконують над всіма швами розширення; над іншими швами передбачають армування асфальтобетону.

При відсутності швів розширення на існуючому жорсткому покритті відстань між деформаційними швами приймають по [3].

Для посилення нежорстких покриттів застосовують: монолітні бетонні, армобетонні, залізобетонні покриття, збірні попередньо напружені плити типу ПАГ, асфальтобетонні, щебеневі, ґрунтощебеневі, ґрунтогравійні, оброблені в'язучими матеріалами. При конструюванні шарів посилення використовують ті ж принципи, що і для звичайних покриттів нежорсткого типу. При нерівностях існуючого покриття понад 2 см влаштовують вирівнюючий шар з матеріалу шару підсилення. Поверхню вирівнюючого шару обробляють рідким бітумом або дьогтем з витратою 0,2 ... 0,3 кг/м² для забезпечення зчеплення існуючого покриття з шаром посилення.

Посилення нежорстких покриттів жорсткими проводять по розділяє прошарку з пристроєм при необхідності вирівнюючого шару (уступах, вибоїнах і інших нерівностях існуючого покриття понад 2 см). Вирівнюючий шар влаштовують з піскоцементу (для нежорстких покриттів, оброблених цементом) або піщаного асфальтобетону для посилення всіх типів нежорстких покриттів.

Розділюючий прошарок влаштовують з двох шарів пергаміну, поліетиленової плівки аеродромної (ППА) або піщано-бітумного килимка товщиною 1 см.

Розділюючий прошарок при влаштуванні шарів посилення із збірних покриттів не влаштовують, тому що поверхня збірних покриттів з плит заводського виготовлення має високу якість обробки.

2.2. Розрахунок підсилення жорстких і змішаних покриттів

При розрахунку жорсткого шару підсилення жорстких аеродромних покриттів повинна виконуватися умова

$$m_{d, sup} \leq m_{u, sup}, \quad (2.1)$$

де $m_{d, sup}$ - розрахунковий згинальний момент в даному перетині плити верхнього шару покриття (шару підсилення);

$m_{u, sup}$ - граничний згинальний момент в даному перетині плити верхнього шару покриття (шару підсилення).

При посиленні монолітних бетонних покриттів шаром з монолітного бетону або армобетону розрахунковий згинальний момент шару підсилення обчислюють, як для верхнього шару двошарових покриттів з не суміщеними швами. При цьому розрахункова товщина існуючого шару покриття (нижнього шару) залежить від його категорії руйнування:

I $t_{pd} = t_{ex}$,

II $t_{pd} = 0,9 \times t_{ex}$,

III $t_{pd} = 0,8 \times t_{ex}$.

Існуючі жорсткі покриття IV категорії руйнування в розрахунку враховують як штучні основи з коефіцієнтом жорсткості $K_{se} = 600 \text{ МПа/м}^3$.

При кількості шарів більше двох нижнім вважається шар, розташований безпосередньо під верхнім (верхній шар існуючого покриття). Шари, розташовані нижче, враховуються в сумарній жорсткості штучної основи V_f .

Розрахунок підсилення монолітних бетонних і армобетонних покриттів виконується аналогічно п. 1.2.2 в наступному порядку:

1. Попередньо призначають конструкцію підсилення бетоном або армобетоном:

- клас бетону по міцності на розтягування при згині;
- товщину шару підсилення.

2. Аналогічно п. 1.2.2 обчислюють розрахункові і граничні згинальні моменти у верхньому і нижньому шарах покриття.

3. Перевіряють умови (1.6) і (1.7). Якщо одна з умов не виконується, збільшують товщину шару підсилення, вибирають більш високий клас бетону або змінюють конструкцію шару підсилення і повторюють розрахунок.

4. При виконанні умов (1.6) і (1.7) перевіряють умову (1.11). Якщо вона не виконується, зменшують товщину шару, вибирають більш низький клас бетону або вибирають іншу конструкцію і повторюють розрахунок.

При виконанні умов (1.6), (1.7) і (1.11) конструкція посилення вважається допустимою і розрахунок закінчується.

2.3. Розрахунок підсилення нежорстких покриттів

Розрахунок підсилення нежорстких покриттів виконується, як для знову проєктованих покриттів, враховуючи конструктивні шари існуючих покриттів і основ і їх стан.

Середній модуль пружності існуючого нежорсткого покриття визначають за формулою

$$E_{mt} = \frac{\sum \beta_i \times E_i \times t_i}{\sum t_i} \quad (2.2)$$

де t_i - товщини конструктивних шарів нежорсткого покриття;

E_i - модулі пружності конструктивних шарів;

β_i - понижуючі коефіцієнти до модулів пружності, прийняті за табл.2.2.

Понижуючі коефіцієнти для модуля пружності

Вид матеріалу шару	Вид та об'єм руйнувань в зоні колії та головних опор розрахункового повітряного судна	Значення знижуючих коефіцієнтів
1	2	3
Матеріали, оброблені в'язучим	Матеріал шару однорідний, міцний, руйнувань та зносу не має	1,00
	На покритті рідкі тріщини (поперечні, повздовжні, косі) в тому числі температурні, із середньою відстанню 4...10 м	0,90
	На покритті деформації у вигляді частих тріщин: поздовжніх, поперечних, косих, з відстанню між сусідніми тріщинами 1...4 м	0,80
Матеріали, оброблені в'язучим	На покритті значні деформації у вигляді сітки тріщин із відстанню 0,4...1,0 м	0,60
	Те ж, у вигляді густий мережі тріщин зі сторонами менш 0,15...0,20 м і осіданням в місці тріщин	0,50
Кам'яні матеріали, не оброблені в'язучим	Якість щебеневого (гравійної) матеріалу не відрізняється від запланованого нормами для нового будівництва, або термін служби менше 2 років	1,0
	У щебеновому (гравійному) шарі є окремі роздавлені щебінки (5...10 %), або в шарі щебеню міститься до 10 % дрібниці розміром менше 2 мм	0,9
	Зміст роздавлених щебінок в шарі 11...20 %, або наявність у шарі дрібниці менше 2 мм у кількості 11...20 %	0,7
	Зміст роздавлених щебінок в шарі 21...30 %, або наявність у шарі дрібниці менше 2 мм у кількості 21...30 %	0,5
Піщані шари	Чистий пісок, коефіцієнт фільтрації K_f відповідає первинному	1,0
	Пісок злегка забруднений, K_f нижче початкового не більш ніж 25 %	0,8
	Пісок сильно замулений, частково перемішений з ґрунтом	0,5

Примітка. Для нижніх покриттів в зону колії входять ділянки шириною до 2,5 м в сторони від осі руху головною опори повітряного судна.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування аеропортів: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, О.М. Папченко та ін. – К.: НТУ, 2010. – 248с.
2. СНиП 2.05.08-85. Аэродромы / Госстрой СССР. - М: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.-59 с.
2. СНиП 32-03-96. Аэродромы / - М.; ГУП ЦТП, 1996. - 23 с.
3. Методические указания по реконструкции аэродромов / В.А. Сабуренкова. – М.: ГТУ. – 2003.
4. Кульчицкий В.А., Макагонов В.А., Васильев Н.Б., Чеков А.Н., Романков Н.И. Аэродромные покрытия. Современный взгляд. – М.: 2002. – 528с.