

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10907 : 2015

Xuất bản lần 1

**SÂN BAY DÂN DỤNG – MẶT ĐƯỜNG SÂN BAY –
YÊU CẦU THIẾT KẾ**

Civil Aerodrome – Pavement – Specifications for Design

HÀ NỘI - 2015

Mục lục

Lời nói đầu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa	8
4 Ký hiệu và chữ viết tắt	9
5 Những nội dung thiết kế mặt đường sân bay	9
5.1 Yêu cầu thiết kế	9
5.2 Tải trọng trên mặt đường	11
5.3 Các lớp cấu tạo mặt đường	12
5.4 Phân loại mặt đường	12
5.5 Phân chia khu vực mặt đường	12
6 Vật liệu cấu tạo mặt đường sân bay và các chỉ tiêu thiết kế	13
6.1 Bê tông xi măng	13
6.2 Cốt thép	15
6.3 Thanh truyền lực	16
6.4 Vật liệu chèn khe	16
6.5 Vật liệu ngăn cách	16
6.6 Vật liệu cấu tạo móng mặt đường cứng	17
6.7 Vật liệu cấu tạo mặt đường mềm	17
6.8 Nền đường	17
7 Yêu cầu khảo sát và thí nghiệm	23
7.1 Yêu cầu khảo sát và thí nghiệm nền đất	23
7.2 Yêu cầu thí nghiệm móng đường	27
7.3 Yêu cầu thí nghiệm mặt đường	27
7.4 Yêu cầu tổng thể	27
8 Mặt đường mềm sân bay	27
8.1 Cấu tạo mặt đường mềm sân bay	27
8.1.1 Nguyên tắc cấu tạo	27
8.1.2 Cấu tạo các lớp	27
8.2 Tính toán mặt đường mềm xây dựng mới	28
8.2.1 Cơ sở tính toán	28
8.2.2 Các hệ số tính toán	29
8.2.3 Tính toán mặt đường mềm xây dựng mới	29
8.3 Thiết kế cải tạo mặt đường mềm cũ	32
8.3.1 Đánh giá chất lượng mặt đường cũ và các thông số tính toán	32
8.3.2 Cơ sở thiết kế và các hệ số tính toán	33

8.3.3 Nguyên tắc tính toán cải tạo tăng cường mặt đường mềm cũ	33
9. Mặt đường cứng sân bay	33
9.1 Cấu tạo mặt đường cứng sân bay	33
9.1.1 Nguyên tắc cấu tạo	33
9.1.2 Cấu tạo các lớp	33
9.1.3 Kích thước tấm và cấu tạo khe	35
9.2 Tính toán thiết kế mặt đường cứng xây dựng mới	39
9.2.1 Cơ sở tính toán thiết kế	39
9.2.2 Các hệ số tính toán	39
9.2.3 Trình tự tính toán mặt đường cứng một lớp	39
9.3 Thiết kế mặt đường hai lớp và tăng cường mặt đường cứng cũ	45
9.3.1 Đánh giá chất lượng mặt đường cũ và các thông số tính toán	45
9.3.2 Cơ sở thiết kế và các hệ số tính toán	46
9.3.3 Nguyên tắc tính toán mặt đường cứng hai lớp và kết cấu tăng cường	47
Phụ lục A (Quy định) Khu vực khí hậu đường phục vụ thiết kế mặt đường sân bay	50
Phụ lục B (Quy định) Phân loại đất	51
Phụ lục C (Quy định) Các chỉ tiêu tính toán của đất	52
Phụ lục D (Tham khảo) Xác định hệ số nền tương đương	53
Phụ lục E (Quy định) Xác định ứng suất nén trong đất do tải trọng khai thác và tải trọng bản thân kết cấu	55
Phụ lục F (Quy định) Đặc tính vật liệu cấu tạo mặt đường sân bay	59
Phụ lục G (Quy định) Biểu đồ và các bảng tính mặt đường sân bay	65
Phụ lục H (Tham khảo) Tính toán móng nhân tạo dưới mặt đường cứng bằng vật liệu gia cố chất kết dính	74
Phụ lục I (Tham khảo) Các thông số cốt thép xây dựng	78
Phụ lục J (Tham khảo) Các loại khe	80
Thư mục tài liệu tham khảo	83

Lời nói đầu

TCVN 10907 : 2015 do Cục Hàng không Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng Cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Sân bay dân dụng – Mặt đường sân bay - Yêu cầu thiết kế

Civil Aerodrome – Pavement – Specifications for Design

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định yêu cầu dùng cho thiết kế xây dựng mới và cải tạo sửa chữa mặt đường sân bay dân dụng.

Khi thiết kế mặt đường sân bay dân dụng, ngoài tiêu chuẩn này, có thể tham khảo thêm các Tiêu chuẩn và khuyến nghị của Tổ chức hàng không dân dụng quốc tế (ICAO).

1.2 Tiêu chuẩn này trình bày cấu tạo và tính toán kết cấu mặt đường cho các bộ phận của sân bay:

- Đường cát hạ cánh;
- Đường lăn;
- Sân đỗ máy bay, bao gồm sân ga máy bay hành khách; sân đỗ bảo dưỡng máy bay và sân chuyên dụng cho máy bay.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 8753:2011 Sân bay dân dụng – Yêu cầu chung về thiết kế và khai thác;

TCVN 8871 : 2011 Vải địa kỹ thuật – Phương pháp thử;

TCVN 2683 : 2012 Đất xây dựng – Lấy mẫu, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu;

TCVN 9153 : 2012 Đất xây dựng – Phương pháp chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất.

СП 121.13330.2012 Аэродромы. Актуализированная редакция СНиП 32-03-96 (СП 121.13330.2012 Sân bay. Ấn bản hướng dẫn của СНиП 32-03-96);

AC 150/5320 – 6 Airport Pavement Design and Evaluation – Federal Aviation Administration (AC 150/5320 – 6 Thiết kế và đánh giá mặt đường cảng hàng không – Cục Hàng không Liên bang Mỹ);

Annex 14 - Aerodromes – Volume I – Aerodrome Design and Operations – International Civil Aviation Organization (Phụ lục 14 - Sân bay – Tập I – Thiết kế và khai thác sân bay – Tổ chức hàng không dân dụng quốc tế) ;

ASTM D3569 Standard Specification for Joint Sealant, Hot-Applied, Elastomeric, Jet-Fuel-Resistant

TCVN 10907 : 2015

Type for Portland Cement Concrete Pavements (Tiêu chuẩn matit dạng nóng, đàn hồi, chịu dầu dùng cho mặt đường bê tông xi măng Pôc lăng);

ASTM D5893 Standard Specification for Cold Applied, Single Component, Chemically Curing Silicone Joint Sealant for Portland Cement Concrete Pavements (Tiêu chuẩn matit dạng nguội, một thành phần, silicon dùng cho mặt đường bê tông xi măng Pôc lăng);

ASTM D1557 Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (Tiêu chuẩn thử nghiệm trong phòng xác định hệ số đầm nén cải tiến).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1 Mặt đường sân bay (Aerodrome pavement)

Kết cấu, tiếp nhận tải trọng và tác động của máy bay và các yếu tố khai thác, tự nhiên, bao gồm:

- Lớp trên, được gọi là “mặt đường”, trực tiếp tiếp nhận tải trọng từ bánh máy bay, tác động của các yếu tố tự nhiên (chế độ thay đổi độ ẩm-nhiệt độ, ảnh hưởng của bức xạ mặt trời, phong hóa), tác động nhiệt và cơ của các dòng khí từ động cơ máy bay và các máy móc khai thác sân bay cũng như tác động của các yếu tố khác;

- Lớp dưới, được gọi là “móng nhân tạo”, bảo đảm cùng với mặt đường truyền tải trọng đến nền đất mà ngoài chức năng mang tải còn có thể thực hiện chức năng làm khô, chống tạo bùn, cách nhiệt, chống trương nở, cách nước.

3.2 Sân bay (Aerodrome)

Một khu vực xác định trên mặt đất hoặc mặt nước bao gồm nhà cửa, công trình và trang thiết bị được dùng một phần hay toàn bộ cho máy bay bay đến, bay đi và di chuyển.

3.3 Chỗ đỗ máy bay (Aircraft stand)

Một khu vực trên sân đỗ máy bay giành cho máy bay đỗ.

3.4 Sân đỗ máy bay (Apron)

Khu vực xác định trên sân bay mặt đất giành cho máy bay đỗ phục vụ hành khách lên xuống, xếp dỡ bưu kiện hay hàng hoá, nạp nhiên liệu, đỗ chờ thông thường hay đỗ để bảo dưỡng máy bay.

3.5 Khu bay (Movement area)

Phần sân bay dùng cho máy bay cất cánh, hạ cánh và lăn bao gồm cả khu cất hạ cánh và sân đỗ máy bay.

3.6 Đường cất hạ cánh (Runway)

Một khu vực hình chữ nhật được xác định trên sân bay mặt đất dùng cho máy bay cất cánh và hạ cánh. Đường cất hạ cánh còn có thể gọi là đường băng.

3.7 Sân quay đường cất hạ cánh (Runway turn pad)

Khu vực được xác định giáp cạnh bên đường CHC sân bay mặt đất dùng cho máy bay quay đầu 180 độ để trở về đường CHC.

3.8 Dải hãm phanh đầu (Stopway)

Một đoạn xác định trên mặt đất hình chữ nhật ở cuối chiều dài chạy đà công bố, được chuẩn bị cho máy bay dừng trong trường hợp cất cánh bỏ dở, còn có thể gọi là dải hãm đầu.

3.9 Đường lăn (Taxiway)

Đường xác định trên sân bay mặt đất dùng cho máy bay lăn từ bộ phận này đến bộ phận khác của sân bay.

4 Ký hiệu và chữ viết tắt

BTXM:	Bê tông xi măng
BTXMLT:	Bê tông xi măng lưới thép
BTN:	Bê tông nhựa
CBR	Chỉ số sức chịu tải Caliphocnia (California Bearing Ratio)
Đường CHC:	Đường cất hạ cánh
ĐL:	Đường lăn
SĐ:	Sân đỗ
CĐMB:	Chỗ đỗ máy bay

5 Những nội dung thiết kế mặt đường sân bay

5.1 Yêu cầu thiết kế

5.1.1 Các giải pháp kỹ thuật cơ bản của dự án xây dựng mới, sửa chữa hoặc mở rộng mặt đường sân bay hiện hữu được xác định trên cơ sở so sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của các phương án.

Phương án thiết kế được chọn cần đảm bảo:

- Giải pháp cấu tạo mặt đường sân bay đồng bộ với các giải pháp quy hoạch, hệ thống thoát nước mặt và nước ngầm và các biện pháp bảo vệ thiên nhiên và kỹ thuật nông nghiệp;
- Đảm bảo điều kiện cho máy bay cất hạ cánh thường xuyên, an toàn;
- Nền móng và mặt đường sân bay cũng như các công trình phục vụ trong sân bay bền vững, sử dụng được lâu;
- Sử dụng đất và vật liệu xây dựng có tính năng cơ lý tốt nhất cho việc xây dựng mặt đường sân bay;

TCVN 10907 : 2015

- Bề mặt mặt đường bằng phẳng, chống mài mòn, chống bụi và có độ nhám thích hợp;
- Tiết kiệm thép và vật liệu kết dính;
- Sử dụng rộng rãi vật liệu xây dựng tại chỗ, các sản phẩm phụ của công nghiệp;
- Khả năng công nghiệp hoá, cơ giới hoá tối đa trong công nghệ xây dựng và sửa chữa;
- Có điều kiện khai thác sân bay và các thành phần riêng biệt của nó với chất lượng tối ưu;
- Gìn giữ, bảo vệ môi trường xung quanh;
- Thỏa mãn yêu cầu đầu tư ban đầu, chi phí xây dựng từng hạng mục sân bay không lớn và có khả năng phân kỳ xây dựng, nâng cấp và mở rộng.

5.1.2 Phân cấp mặt đường sân bay dân dụng

5.1.2.1 Mã chuẩn sân bay - gồm 2 thành phần là một số và chữ cái được chọn phù hợp với những tính năng của máy bay mà công trình sân bay dự kiến phục vụ.

5.1.2.2 Mã chuẩn sân bay gồm mã chữ và số được nêu trong Bảng 1.

Bảng 1 - Mã chuẩn sân bay

Thành phần 1 - số		Thành phần 2 - chữ		
Mã số	Chiều dài dải bay tham chiếu đến máy bay m	Mã chữ	Sải cánh máy bay m	Khoảng cách bánh ngoài cùng chính ^a m
1	Nhỏ hơn 800	A	Dưới 15 m	Dưới 4,5 m
2	Từ 800 đến dưới 1 200	B	Từ 15 đến dưới 24	Từ 4,5 đến dưới 6
3	Từ 1 200 đến dưới 1 800	C	Từ 24 đến dưới 36	Từ 6 đến dưới 9
4	Bằng và lớn hơn 1 800	D	Từ 36 đến dưới 52	Từ 9 đến dưới 14
		E	Từ 52 đến dưới 65	Từ 9 đến dưới 14
		F	Từ 65 đến dưới 80	Từ 14 đến dưới 16

^a Khoảng cách giữa các mép ngoài của các bánh ngoài cùng chính

5.1.2.3 Thành phần 1 của mã chuẩn sân bay là một số xác định theo Bảng 1, cột 1 bằng cách chọn mã số tương ứng với giá trị chiều dài dải bay tham chiếu đến máy bay lớn nhất tính toán cho các loại máy bay dùng đường CHC đó. Chiều dài dải bay tham chiếu đến máy bay được xác định như là chiều dài dải bay nhỏ nhất yêu cầu khi cất cánh với trọng lượng cất cánh lớn nhất, tại mực nước biển, điều kiện khí quyển tiêu chuẩn, gió lộng và độ dốc đường cất hạ cánh bằng 0 được Nhà chức trách có thẩm quyền quy định trong Sổ tay lái máy bay thích hợp hoặc từ Nhà sản xuất máy bay.

Bảng 2 - Các thông số về cấp tải trọng tiêu chuẩn tính toán

Cấp tải trọng tiêu chuẩn tính toán	Tải trọng tiêu chuẩn F_n trên càng chính kg	Áp suất bánh hơi, p_a MPa (kG/cm ²)	Càng chính
Ngoại hạng	85 000	1,5 (15)	Càng 4 bánh
I	70 000	1,4 (14)	
II	55 000	1,0 (10)	
III	40 000		
IV	30 000		
V	8 000	0,6 (6)	Càng 1 bánh
VI	5 000	0,4 (4)	

CHÚ THÍCH 1: Khoảng cách giữa các vệt bánh xe của càng 4 bánh lấy 70 cm đối với các bánh xe hàng ngang và 130 cm cho các bánh xe hàng dọc.

CHÚ THÍCH 2: Tải trọng tiêu chuẩn cấp III và IV cho phép thay bằng trọng tải trên càng chính 1 bánh và lấy tương ứng 17000 kg và 12 000 kg, áp suất bánh hơi đối với tải trọng tiêu chuẩn cấp V và VI lấy bằng 0,8 MPa.

CHÚ THÍCH 3: 1 MPa= 10 kG/cm²

5.2.2 Khi tính toán mặt đường sân bay theo cường độ, hệ số động k_d và hệ số giảm tải γ_f (tính đến vận hành trên mặt đường của máy bay với tốc độ cao) cho tất cả các nhóm khu vực sân bay lấy theo Bảng 3.

Bảng 3 - Hệ số động k_d và hệ số giảm tải γ_f và theo nhóm khu vực mặt đường sân bay

Nhóm khu vực mặt đường sân bay	Hệ số giảm tải γ_f	Hệ số động k_d khi áp suất bánh hơi MPa (kG/cm ²)		
		Nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 (10)	Lớn hơn 1,0 (10) đến 1,5 (15)	Lớn hơn 1,5 (15)
A	1,00	1,20	1,25	1,30
B	1,00	1,10	1,15	1,20
C và D	0,85	1,10	1,10	1,10

CHÚ THÍCH: Khi tính toán mặt đường mềm cho tất cả các khu vực và áp suất bánh hơi, hệ số động lấy bằng 1,1.

5.2 Tải trọng trên mặt đường

5.2.1 Mặt đường sân bay tính toán cho máy bay tính toán với các thông số của máy bay khai thác

TCVN 10907 : 2015

được quy đổi về máy bay tính toán.

Máy bay tính toán là máy bay tạo ra momen uốn lớn nhất (yêu cầu chiều dày mặt đường lớn nhất) trên cơ sở tần suất hoạt động dự báo của loại máy bay đó.

Trong trường hợp chưa có dữ liệu dự báo máy bay thì có thể tính theo cấp tải trọng tiêu chuẩn tính toán. Các thông số về cấp tải trọng tiêu chuẩn tính toán lấy theo Bảng 2.

5.3 Các lớp cấu tạo mặt đường

Mặt đường sân bay chịu tác dụng của tải trọng và luồng khí phụt của động cơ máy bay, các yếu tố khai thác và thiên nhiên. Mặt đường sân bay gồm lớp trên hay còn gọi là “mặt đường” và lớp dưới hay còn gọi là “móng nhân tạo”.

5.4 Phân loại mặt đường

Mặt đường sân bay được phân loại theo nhiều tiêu chí.

5.4.1 Theo tuổi thọ và mức độ hoàn thiện, mặt đường sân bay được chia thành:

- Cấp cao (mặt đường cứng và bê tông nhựa (BTN));
- Cấp thấp (mặt đường mềm, ngoại trừ BTN).

5.4.2 Theo tính chất chịu tải, mặt đường sân bay được chia thành:

- Mặt đường cứng: gồm có bê tông xi măng (BTXM), bê tông xi măng lưới thép (BTXMLT), bê tông xi măng cốt thép (BTXMCT), bê tông xi măng cốt thép ứng suất trước (BTXMCTUST) cũng như BTN (BT asphalt) trên mặt đường BTXM;
- Mặt đường mềm: gồm có mặt đường BTN polime, mặt đường BTN, mặt đường đá cấp phối chặt thấm nhựa, mặt đường đá dăm, đá cuội, đất và vật liệu tại chỗ gia cố chất kết dính hữu cơ hoặc vô cơ.

5.4.3 Mặt đường BTXMCT là loại mặt đường BTXM có bố trí hai lớp cốt thép có tiết diện được tính theo độ bền và bề rộng mở rộng vết nứt, tỷ lệ cốt thép trên tiết diện tầm theo tính toán, lớn hơn 0,25%.

5.4.4 Mặt đường BTXMLT còn gọi là mặt đường bê tông ít thép, là loại mặt đường BTXM có một lớp lưới thép nhằm chịu ứng suất nhiệt cho bê tông với tỷ lệ cốt thép trên diện tích tiết diện tầm tính toán không lớn hơn 0,25%.

Lưới thép đặt cách mặt trên bê tông một khoảng cách bằng 1/3 đến 1/2 chiều dày tầm.

5.5 Phân chia khu vực mặt đường

5.5.1 Phần đất bảo hiểm đầu giáp với cuối dải cất hạ cánh cần phải được tính toán để chịu được tải trọng máy bay lăn ra mà không làm hư hại kết cấu máy bay.

5.5.2 Dọc biên đường CHC nhân tạo cần xây dựng lề gia cố theo cấp sân bay chịu được tải trọng cất cánh của máy bay lăn ra.

5.5.3 Bảo hiểm sườn của đường CHC được lu lèn chặt và trồng cỏ.

5.5.4 Kết cấu lề gia cố của mọi khu vực mặt đường phải tuân thủ các yêu cầu chuyển động an toàn của máy bay theo các tiêu chuẩn liên quan và chịu được máy bay khai thác tính toán lăn ra.

5.5.5 Dọc lề ĐL trong phạm vi dải lăn cần gia cố để chịu được tải trọng máy bay lăn ra.

5.5.6 Dọc mép sân đỗ máy bay, chỗ đỗ máy bay, sân đỗ chuyên dụng nên xây dựng lề đất rộng không nhỏ hơn 10 m và lề (sát mép mặt đường vật liệu) gia cố chịu được tải trọng máy bay lăn ra.

5.5.7 Kết cấu lề gia cố của các khu vực mặt đường và dải hãm phanh (nếu có) được tính toán với tải trọng 0,5 tải trọng tính toán cho khu vực nhóm D (Xem 5.5.10).

5.5.8 Ở những nơi giao nhau giữa ĐL với đường CHC, sân đỗ máy bay, chỗ đỗ máy bay và ĐL khác cũng như những nơi giao cắt nhau, cần xem xét mở rộng lề mặt đường sao cho bánh ngoài càng chính cách mép mặt đường một khoảng quy định theo Điều 7.9.3 của TCVN 8753:2011 hoặc Điều 3.9.3 của Annex 14 - Aerodromes – Volume I.

5.5.9 Kích thước và hình dáng sân đỗ máy bay, chỗ đỗ máy bay và sân đỗ chuyên dụng phải bảo đảm:

- Chứa đủ số lượng máy bay tính toán và an toàn khi di chuyển;
- Cơ động và đỗ của các phương tiện chuyên chở và cơ giới hóa sân đỗ máy bay;
- Nơi đỗ các thiết bị di động và cố định dùng cho phục vụ kỹ thuật máy bay;
- Nơi bố trí các công trình ngầm (hệ thống điện), các móc neo máy bay, tường chắn luồng hơi phụt cũng như các công trình cần thiết khác.

5.5.10 Mặt đường sân bay dưới tác dụng của tải trọng của máy bay và khả năng chịu tải có thể chia ra làm nhiều nhóm khu vực tương ứng với Hình 1 hoặc như quy định trong СП 121.13330.2012 Sân bay. Ấn bản hướng dẫn của СНиП 32-03-96.

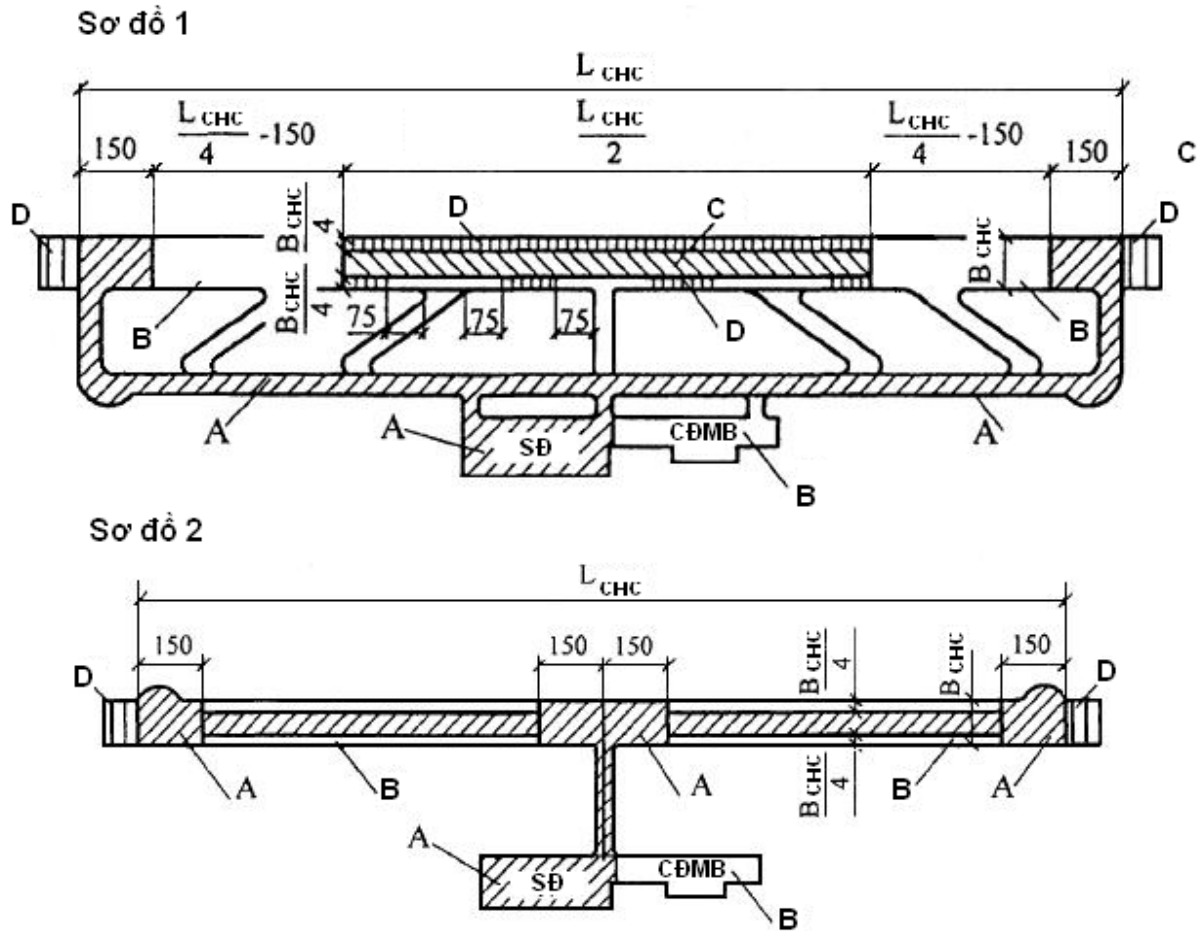
Tùy theo mặt bằng bố trí của hệ thống đường cất hạ cánh, đường lăn của sân bay, tính năng khai thác của máy bay khai thác cụ thể mà điều chỉnh lại khu vực chịu tải trọng máy bay sao cho ít ảnh hưởng đến vận hành của máy bay khi sân đường máy bay phải đóng cửa từng phần để duy tu, sửa chữa, cải tạo và nâng cấp.

6 Vật liệu cấu tạo mặt đường sân bay và các chỉ tiêu thiết kế

6.1 Bê tông xi măng

6.1.1 BTXM nặng (Có dung trọng trung bình từ 2 000 đến 2500 kg/m³) sử dụng cho mặt đường cứng sân bay.

Trong trường hợp đặc biệt, nếu có luận chứng kỹ thuật cho phép có thể sử dụng bê tông hạt nhỏ (Có dung trọng trung bình từ 1 800 đến 2 000 kg/m³).

**CHÚ DẪN:**

- 1) Sơ đồ 1- đối với các sân bay cho máy bay di chuyển chủ yếu trên đường lăn chính;
 - 2) Sơ đồ 2- đối với các sân bay và các máy bay di chuyển chủ yếu trên đường CHC nhân tạo:
- A - Đường lăn chính; sân đỗ, khu vực cuối đường CHC nhân tạo; khu vực ở giữa theo chiều rộng đường CHC nhân tạo, ở đó máy bay thường xuyên di chuyển;
- B - Ở sơ đồ 1, khu vực giáp khu vực cuối đường CHC nhân tạo; ĐL phụ, nối, khu vực hai bên phần giữa đường CHC nhân tạo; chỗ đỗ máy bay (CĐMB) và các khu vực tương tự khác cho máy bay đỗ;
- C - Theo sơ đồ 1, phần giữa đường CHC nhân tạo;
- D - Theo sơ đồ 1, hai bên cạnh đường CHC nhân tạo ở khu vực giữa loại trừ những nơi giáp với đường lăn chính.

CHÚ THÍCH 1: Khi chia thành các nhóm khu vực như Hình 1 cần có sự cân nhắc trên cơ sở xem xét các phương án khai thác vận hành máy bay trên khu vực đường CHC, đường lăn và sân đỗ sao cho ít ảnh hưởng đến hoạt động của sân bay nhất trong trường hợp phải duy tu, sửa chữa một trong các bộ phận nói trên. Ngoài ra cũng nên có sự so sánh kinh tế - kỹ thuật xây dựng giữa phương án phân chia nhóm khu vực như Hình 1 và phương án phân chia nhóm khu vực khác nếu có.

CHÚ THÍCH 2: Khi chia thành các nhóm khu vực như Hình 1, chiều rộng tối thiểu khu C là 30 m.

Hình 1 - Phân chia các khu vực mặt đường sân bay

BTXM được đặc trưng bởi:

- Cường độ chịu nén;
- Cường độ chịu kéo khi uốn, còn gọi là cường độ kéo uốn;
- Mô đun đàn hồi;
- Hệ số Poisson.

Cường độ kéo uốn của bê tông bằng cường độ thí nghiệm mẫu bê tông 28 ngày tuổi.

6.1.2 Cường độ BTXM thiết kế không nhỏ hơn các giá trị tương ứng trong Bảng 4.

Bảng 4 - Cường độ thiết kế tối thiểu của BTXM

Mặt đường sân bay	Cường độ thiết kế tối thiểu của BTXM	
	MPa (kG/cm ²)	
	Kéo uốn	Nén
Mặt đường lắp ghép một lớp bằng tấm bê tông cốt thép UST:		
- Cốt thép sợi hoặc bó sợi	4,5 (45)	35 (350)
- Thanh thép	45 (45)	35 (350)
Mặt đường bê tông một lớp đổ tại chỗ, bê tông lưới thép, bê tông cốt thép	4,5 (45)	35 (350)
Lớp trên mặt đường 2 lớp bằng bê tông, bê tông lưới thép hoặc bê tông cốt thép	4,5 (45)	35 (350)
Lớp dưới mặt đường 2 lớp và tấm đệm dưới khe co dãn	3,5 (35)	25 (250)
CHÚ THÍCH 1: Đối với mặt đường bê tông cốt thép, cấp bê tông theo cường độ chịu nén lấy không nhỏ hơn 35 MPa (không giới hạn theo cường độ chịu kéo uốn).		
CHÚ THÍCH 2: Đối với mặt đường tính toán theo tải trọng tiêu chuẩn cấp V và VI, cho phép lấy cường độ chịu kéo uốn và cường độ chịu nén của bê tông tương ứng không nhỏ hơn 3,5 MPa và 25 MPa.		
CHÚ THÍCH 3: Cường độ BTXM khi nghiệm thu không nhỏ hơn các giá trị được chọn trong tính toán.		

6.1.3 Các đặc trưng tính toán và tiêu chuẩn của BTXM và BTN, vật liệu sử dụng làm móng dưới mặt đường cứng và mặt đường mềm phải lấy theo Phụ lục F.

6.2 Cốt thép

6.2.1 Loại và cấp cốt thép, đặc trưng của chúng đáp ứng yêu cầu thép xây dựng dân dụng phụ thuộc vào loại mặt đường, điều kiện khí hậu, công nghệ sản xuất và phương pháp sử dụng (không có ứng

TCVN 10907 : 2015

suất trước hay có ứng suất trước).

6.2.2 Bê tông đúc bê móng neo giữ máy bay trên sân đỗ cần phải sử dụng bê tông cấp cường độ chịu nén không nhỏ hơn 20 MPa. Thép dùng làm móng neo phải dùng thép cán nóng.

6.2.3 Cốt thép tăng cường cạnh tấm như cốt thép dùng cho mặt đường.

6.3 Thanh truyền lực

6.3.1 Thép dùng để làm thanh truyền lực là thép trơn cán nóng và cốt thép trơn thường mác thép CB240T. Thép dùng làm thanh chống trôi ở mép mặt đường là thép vằn mác CB400-V.

6.3.2 Bố trí thanh truyền lực tối thiểu theo cấu tạo như Bảng 5.

Bảng 5 - Bố trí thanh truyền lực tối thiểu theo chiều dày tấm bê tông

Chiều dày tấm bê tông cm	Đường kính mm	Chiều dài cm	Giãn cách cm	
			Trong khe xuyên suốt	Trong khe giả
16-20	20	40	30	40
21-30	25	50	30	40
31-45	30-40	60	30	40

6.4 Vật liệu chèn khe

Vật liệu chèn khe biến dạng cho mặt đường cứng cần sử dụng vật liệu mastic polime dùng trong trạng thái nguội (xem ASTM D5893 hoặc tương đương) và mastic polime đổ vào khe trong trạng thái nóng (xem ASTM D3569 hoặc tương đương) hoặc các thanh dẻo đáp ứng các yêu cầu đối với vật liệu chèn khe mặt đường cứng.

6.5 Vật liệu ngăn cách

6.5.1 Vật liệu ngăn cách dùng cho mặt đường cứng bằng giấy dầu, vật liệu polime hoặc các vật liệu thích hợp khác.

6.5.2 Mặt đường mềm có móng nhân tạo từ vật liệu hạt thô, rải trực tiếp trên đất sét và bụi, cần làm lớp chống mao dẫn bằng vật liệu không bị trạng thái dẻo khi ẩm ướt (cát, đất tại chỗ gia cố bitum và v.v.), để tránh hiện tượng đất chui vào móng đường khi có độ ẩm (do nước) ở lớp vật liệu hạt thô rỗng.

Chiều dày lớp chống mao dẫn không nhỏ hơn kích thước hạt lớn nhất của vật liệu sử dụng, nhưng không nhỏ hơn 5 cm.

Có thể sử dụng lớp ngăn cách bằng vải địa kỹ thuật (xem TCVN 8871 : 2011).

6.6 Vật liệu cấu tạo móng mặt đường cứng

Vật liệu cấu tạo móng mặt đường cứng gồm: đá dăm, sỏi, cấp phối đá dăm, cát gia cố xi măng, đá gia cố xi măng, bê tông nghèo, bê tông nhựa...

6.7 Vật liệu cấu tạo mặt đường mềm

6.7.1 Mặt đường mềm sân bay cùng với móng nhân tạo thiết kế thành nhiều lớp với cường độ tăng dần từ dưới lên trên bề mặt.

6.7.2 Vật liệu cấu tạo mặt đường mềm và móng nhân tạo được sử dụng gồm:

- Bê tông nhựa;
- Đá dăm, cuội, đất, gia cố chất dính kết hữu cơ;
- Đá dăm gia cố chất dính kết hữu cơ theo phương pháp thấm nhập;
- Đất và đá gia cố chất dính kết vô cơ;
- Đá dăm hoặc đá cuội không gia cố rải trên lớp móng cát;
- Đá dăm không gia cố rải trên móng chặt (cứng) (móng bằng đá hay bằng đất gia cố chất kết dính).

6.7.3 Các lớp trên mặt đường BTN dùng hỗn hợp BTN chặt, các lớp dưới dùng hỗn hợp BTN chặt hoặc rỗng thoả mãn các đặc trưng cường độ theo Bảng F.2.

Mác và chủng loại BTN đối với các lớp trên của mặt đường tương ứng với mác nhựa đường theo yêu cầu phụ thuộc vào cấp tải trọng tiêu chuẩn các thành phần sân bay và vùng khí hậu đường.

Đối với tải trọng tiêu chuẩn cấp IV trở lên nên dùng mặt đường BTN rải trên móng từ vật liệu gia cố chất kết dính.

Mặt đường BTN không được xây dựng ở những nơi chịu tác dụng luồng khí phụt từ động cơ máy bay trong thời gian (trên 3 đến 4 min) vì trên mặt đường nhiệt độ lên đến 100 °C và tốc độ luồng khí phụt vượt quá 50 m/s.

6.8 Nền đường

6.8.1 Đất tại chỗ hoặc đất tự nhiên từ nơi khác chở đến được sử dụng làm nền đường.

6.8.2 Nền đất (đất tại chỗ hoặc đất nơi khác chở đến, được san phẳng, đầm nén để chịu được tác dụng tải trọng phân bố qua các lớp cấu tạo mặt đường) được thiết kế đảm bảo các điều kiện về cường độ và ổn định của mặt đường không bị phụ thuộc vào các điều kiện thời tiết và thời gian trong năm có tính đến:

- Thành phần và tính chất của đất trong phạm vi lớp bị nén (khu vực tác dụng) và vùng chịu tác động của các yếu tố thiên nhiên;
- Các khu vực khí hậu đường theo Phụ lục A;

TCVN 10907 : 2015

- Cấp tải trọng tiêu chuẩn máy bay;
- Thực tế thiết kế, xây dựng và khai thác sân bay nằm trong các điều kiện tương ứng về địa chất công trình, địa chất thủy văn và khí hậu.

6.8.3 Phải có nghiên cứu riêng sử dụng đất trương nở và lún sụt.

Đất sét phụ thuộc vào thành phần hạt và chỉ số dẻo chia ra làm nhiều dạng, xem Phụ lục B – Phân loại đất.

6.8.4 Cần xác định đặc trưng của nền đất thiên nhiên cũng như đất nền nhân tạo trên cơ sở thí nghiệm hiện trường hoặc trong phòng, có tính đến khả năng thay đổi độ ẩm của đất trong quá trình xây dựng và khai thác các công trình sân bay. Các đặc trưng tính toán của đất đồng nhất (hệ số nền K_s đối với mặt đường cứng, mô đun đàn hồi E của mặt đường mềm) tương ứng trong Phụ lục C. Đối với nền đất nhiều lớp hoặc lớp đất trên được đầm nén, lớp đất dưới giữ nguyên không được đầm nén có hệ số rỗng $e > 0,8$, cũng như ở lớp dưới có lớp đá cứng với ứng suất nén một trục không nhỏ hơn 5 MPa (50 kG/cm²) hệ số hóa mềm không lớn hơn 0,75 và không hoà tan trong nước thì sử dụng hệ số nền tương đương K_{se} , xác định theo Phụ lục D.

Không được dùng nền đất để thiết kế khi thiếu các số liệu về địa chất công trình và địa chất thủy văn hoặc các số liệu cần thiết khác.

6.8.5 Chiều dày lớp đất bị nén (khu vực tác dụng), mà trong giới hạn đó phải xem xét thành phần và tính chất của đất, lấy theo Bảng 6 phụ thuộc vào cấp tải trọng tiêu chuẩn và lấy theo Bảng 7 phụ thuộc vào tải trọng trên 1 bánh của càng chính của máy bay cụ thể.

Bảng 6 - Chiều dày lớp đất bị nén theo cấp tải trọng tiêu chuẩn

Cấp tải trọng tiêu chuẩn	Ngoại hạng và cấp I	II	III	IV	V	VI
Chiều sâu lớp đất nền bị nén, tính từ bề mặt mặt đường (m)	6,0	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0

Bảng 7 - Chiều dày lớp đất bị nén theo tải trọng càng chính

Số bánh trên càng chính máy bay	Chiều sâu lớp đất bị nén tính từ bề mặt mặt đường (m), khi tải trọng trên 1 bánh càng chính kN (t)				
	250 (25)	200 (20)	150 (15)	100 (10)	50 (5)
1	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0
2	6,0	6,0	5,0	4,5	4,0
4 và nhiều hơn	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0

6.8.6 Độ lún đất nền trong khi thi công nền đất cứng như sự cố kết liên tục của đất nền trong quá trình khai thác mặt đường do ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu thời tiết, cần phải tính đến nếu nền đất thuộc loại đất yếu (đất sét no nước, than bùn, bùn, bùn thối), đất rừng, đất nhiễm mặn và các dạng lún khác.

CHÚ THÍCH: Đất yếu thuộc về nhóm đất mà mô đun biến dạng của nó nhỏ hơn 5 MPa (50 kG/cm²).

6.8.7 Trị số tính toán độ lún của nền S_d trong quá trình khai thác mặt đường không được vượt quá trị số giới hạn S_u trong Bảng 8.

Bảng 8 - Trị số giới hạn độ lún của nền đất

Mặt đường sân bay	Trị số giới hạn độ lún của nền đất S_u đối với		
	m		
	Đường CHC	ĐL chính	SĐ, ĐL và các SD khác
- Mặt đường cứng:			
+Bê tông, bê tông cốt thép đổ tại chỗ, bê tông lưới thép	0,02	0,03	0,04
+ Bê tông cốt thép lắp ghép	0,03	0,04	0,06
- Mặt đường mềm cấp cao	0,03	0,04	0,06
- Mặt đường mềm cấp thấp	0,04	0,05	0,08

6.8.8 Khi thiết kế nền đất cần xem xét các biện pháp loại trừ hoặc giảm tối thiểu những tác động có hại của những yếu tố thiên nhiên và khai thác, khắc phục tính chất không thuận lợi của nền đất dưới mặt đường:

- Xây dựng các lớp nền nhân tạo ngăn nước, không thấm nước;
- Dùng các biện pháp ngăn nước đối với đất chịu ảnh hưởng nhiều đối với sự thay đổi độ ẩm (quy hoạch đứng và ngang mặt bằng sân bay, bảo đảm thoát nước mặt tốt, đặt hệ thống thoát nước);
- Xem xét giải pháp thoát nước móng mặt đường;
- Cải tạo tính chất xây dựng của đất nền (đàn nén, thay toàn bộ hay một phần đất không thoả mãn các yêu cầu đất đắp) trên chiều dày được xác định bằng tính toán từ điều kiện hạ thấp độ lún của đất nền đến trị số cho phép;
- Gia cố đất (bằng hoá học, điện hoá, và các biện pháp khác);
- Giới hạn của lớp đất nền hoặc lớp đất đã được cải tạo phải được xây dựng lấn ra cách mép mặt đường không nhỏ hơn 3 m.

6.8.9 Chênh cao bề mặt đường sân bay so với mực nước ngầm tính toán nên lấy không nhỏ hơn giá trị trong Bảng 9. Trong trường hợp phải hạ mực nước ngầm để đạt yêu cầu Bảng 9, trước khi áp dụng phải nghiên cứu tác động lún sụt do hạ mực nước ngầm đến các công trình hiện hữu trên và xung quanh sân bay.

6.8.10 Yêu cầu độ chặt đầm nén đất đắp thể hiện qua hệ số đầm nén (tỷ số giữa độ chặt yêu cầu tối thiểu yêu cầu của đất khô và độ chặt tối đa của đất khô khi đầm nén theo phương pháp cải tiến – theo ASTM D1557 hoặc tiêu chuẩn tương đương) với trị số ghi trong Bảng 10.

Nếu dưới mặt đường sân bay, độ chặt đất tự nhiên nhỏ hơn độ chặt đất yêu cầu thì phải đầm chặt đất đến độ chặt theo Bảng 10 với độ sâu 1,2 m cho khu vực khí hậu đường I - II và 0,8 m cho khu vực khí hậu đường III tính từ mặt nền đất.

Bảng 9 - Chênh cao tối thiểu bề mặt đường sân bay so với mực nước ngầm

Đất nền (đắp)	Chênh cao tối thiểu bề mặt đường sân bay so với mực nước ngầm trong khu vực khí hậu đường		
	m		
	I	II	III
- Cát hạt trung	1,1	0,9	0,8
- Cát hạt mịn, á cát	1,6	1,2	1,1
- Sét, á sét, cát và á cát dạng bột	2,3	1,8	1,5

6.8.11 Đối với nền đất đắp nơi có độ dốc lớn phải chú ý đến nếu điều kiện bảo đảm ổn định nền đất phụ thuộc vào chiều cao nền đắp và dạng đất.

Bảng 10 - Hệ số đầm nén đất nền

Loại đất	Hệ số đầm nén đất nền		
	Trong mặt đường sân bay		Phần đất khu bay và dãi bảo hiểm
	Loại cấp cao	Loại cấp thấp	
Cát và á cát	0,95	0,95	0,90
Á sét	0,95	0,95	0,95
Sét	0,98	0,95	0,95

6.8.12 Nền trên đất trương nở

6.8.12.1 Tính chất trương nở của đất sét, sử dụng làm nền, cần tính đến nếu khi ngâm trong nước hoặc trong dung dịch hoá học, trị số trương nở tự do tương đối $\varepsilon_{sw} \geq 0,04$.

Trị số trương nở tương đối (tỷ số tăng chiều cao mẫu đất trong kết quả ngâm nước hoặc bằng loại chất lỏng khác và chiều cao ban đầu của mẫu đất với độ ẩm thiên nhiên) được xác định theo các thí nghiệm.

6.8.12.2 Khi thiết kế nền đất trên đất trương nở cần xem xét các biện pháp cấu tạo để giảm tối thiểu độ ẩm thiên nhiên của đất, cũng như thay đất trương nở hoặc đắp bằng đất không trương nở để giới hạn trên của lớp đất trương nở nằm ở độ sâu cách mặt trên mặt đường sân bay (m) không nhỏ hơn:

1,3 m đối với đất trương nở nhẹ ($0,04 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,08$);

1,8 m đối với đất trương nở trung bình ($0,08 < \varepsilon_{sw} \leq 0,12$);

2,3 m đối với đất trương nở mạnh ($\varepsilon_{sw} > 0,12$).

6.8.13 Nền trên đất yếu

6.8.13.1 Tính chất lún của đất sử dụng làm nền móng cần tính đến trong giới hạn chiều dày của lớp đất, khi mà:

- Ứng suất nén tổng cộng do trọng lượng bản thân của đất và mặt đường σ_{zg} và tải trọng khai thác σ_{zp} vượt quá áp lực tiền cố kết p_{sc} ;

- Độ ẩm của đất w_p lớn hơn (hoặc có thể trở thành lớn hơn) độ ẩm tiền cố kết (độ ẩm tối thiểu, khi xảy ra tính chất lún của đất);

- Lún tương đối dưới tác dụng tải trọng bên ngoài $e_c \geq 0,01$. Khi thiết kế móng đặt trên đất lún sụt, cần phải tính đến khả năng tăng độ ẩm của đất, có mức ẩm $S_r \leq 0,5$ vì điều kiện bốc hơi tự nhiên do xây dựng mặt đường sân bay (lớp màng) bị phá vỡ. Độ ẩm cuối cùng của đất lấy bằng độ ẩm ở giới hạn lặn w_p .

6.8.13.2 Những điều kiện đất nằm trên đất lún phụ thuộc vào khả năng xuất hiện lún, chia ra làm hai loại:

I – Do tác dụng của tải trọng khai thác, đất chỉ bị lún trong phạm vi chiều dày lớp đất bị nén (chủ yếu ở phần trên), còn do trọng lượng bản thân đất không bị lún hoặc lún không vượt quá 0,05 m;

II - Cùng với hiện tượng đất lún do tải trọng khai thác, đất có thể lún (thường ở phần dưới) do trọng lượng bản thân của nó, vượt quá 0,05 m;

6.8.13.3 Cần phải xem xét biện pháp loại trừ tính chất lún của đất căn cứ vào điều kiện

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leq p_{sc} \quad (1)$$

trong đó:

σ_{zp} là ứng suất nén thẳng đứng trong đất do tải trọng khai thác, được xác định theo Phụ lục E;

σ_{zg} là ứng suất nén thẳng đứng do trọng lượng bản thân của đất và mặt đường;

p_{sc} là áp lực tiền cố kết (áp lực tối thiểu, làm cho đất bị lún khi bão hòa nước).

Nếu điều kiện (1) thoả mãn, thì đầm nén lớp trên của đất lún theo các yêu cầu ở Điều 6.8.10.

Nếu $\sigma_{zp} + \sigma_{zg} > p_{sc}$, ngoài việc đầm nén lớp trên cần xem xét các biện pháp khắc phục tính lún của đất (thay một phần hay toàn bộ lớp đất đó bằng cát, sỏi sạn, đá dăm, các vật liệu khác không lún và các biện pháp xử lý lún khác) với độ sâu thoả mãn điều kiện:

$$s_{sc} \leq s_u \quad (2)$$

trong đó:

s_{sc} là giá trị độ võng của nền do bị lún, xác định khi độ ẩm w_p ở giới hạn lặn.

s_u là giá trị giới hạn độ lún, lấy theo Bảng 8.

6.8.13.4 Khi thiết kế sân bay nằm trên đất loại II, cần xem xét khắc phục tính chất lún của đất và xây dựng lớp cách ly nước dưới mặt đường và ở khoảng cách 3 m tính từ mép mặt đường, cả hai bên, xây dựng tường ngăn không thấm nước rộng không nhỏ hơn 2 m, còn nếu độ ẩm lún ban đầu w_{sc} nhỏ hơn độ ẩm ở giới hạn lặn w_p - Khắc phục tính lún của đất bằng cách làm ẩm trước.

6.8.13.5 Để đắp đất (chiều dày dưới 1 m) trên khu vực đất lún loại II nên xem xét việc sử dụng đất không thấm. Đất thấm chỉ cho phép sử dụng ở khu vực đất loại I, trên cơ sở luận chứng kinh tế kỹ thuật.

Để đắp đất với chiều dày lớn hơn 1m cho phép sử dụng đất thấm nước. Tuy nhiên đất tự nhiên dưới đất đắp và ở khoảng cách không nhỏ hơn 5 m về hai phía cần phải đầm nén với chiều dày không nhỏ hơn 0,5 m đến độ chặt đất khô $\rho_d = 1700 \text{ kg/m}^3$ hoặc phần dưới đất đắp (chiều dày 0,5 m) cần phải đắp đất không thấm.

6.8.13.6 Khi thiết kế nền đất dưới mặt đường sân bay nằm trên đất than bùn và đất sét yếu nên xem xét:

- Đối với nền đất dưới mặt đường sân bay tính cho tải trọng tiêu chuẩn ngoại hạng, cấp I, II, III, còn mặt đường BTN tính cho trọng tải tiêu chuẩn cấp IV, V, VI, thay lớp đất than bùn ở tất cả chiều sâu của nó và thay lớp đất sét yếu trong phạm vi chiều sâu bị nén.

- Đối với nền đất dưới mặt đường cấp thấp cũng như mặt đường bê tông cốt thép lắp ghép tính theo tải trọng tiêu chuẩn cấp IV, cho phép sử dụng đất than bùn và đất yếu trong giới hạn chiều sâu chịu nén của nền đất và xây dựng mặt đường sân bay sau khi đắp đất lên các lớp đó để ổn định đến độ lún s_s (m), xác định theo công thức:

$$s_s = s_{tot} - s_u, \quad (3)$$

trong đó:

s_{tot} là độ lún tổng cộng (m);

s_u là độ lún giới hạn của mặt đường sân bay (m), lấy theo Bảng 8.

6.8.13.7 Để tăng khả năng chịu lực đất đắp trên đất bùn và đất yếu, tăng ổn định khi tác dụng tải trọng

khai thác, loại trừ lún cục bộ và xáo trộn đất xấu vào đất đắp, xem xét rải lớp ngăn cách bằng polime, vải địa kỹ thuật trên lớp đất than bùn hoặc đất sét yếu.

6.8.14 Nền trên đất nhiễm mặn

6.8.14.1 Khi thiết kế nền đất ở vùng đất nhiễm mặn cần tính đến vùng có đất nhiễm mặn, tính chất đặc biệt của nó nếu tầng nhiễm mặn ở trong giới hạn chiều dày chịu nén của đất (xem Bảng 6 và 7). Có thể sử dụng đất có mức độ nhiễm mặn khác nhau làm nền tự nhiên và đất đắp cần tham khảo Bảng 11. Trong trường hợp mức độ nhiễm mặn không đều theo chiều sâu thì lấy trung bình hàm lượng chứa muối.

6.8.14.2 Khi thiết kế nền đất ở vùng đất nhiễm mặn, đất có chứa thạch cao cho phép sử dụng làm nền tự nhiên không hạn chế, còn dùng cho đất đắp ở khu vực đường III thì chứa thạch cao không quá 30% khối lượng đất khô.

Bảng 11 - Đất theo mức độ nhiễm mặn sử dụng làm nền

Đất theo mức độ nhiễm mặn	Hàm lượng trung bình muối hoà tan, % khối lượng đất khô khi tỷ lệ hàm lượng ion Cl^- và SO_4^{-2}		Khả năng sử dụng làm nền
	Muối clo và sunfat clo $Cl^-/SO_4^{-2} > 1$	Muối sunfat và sunfat clo $0,3 \leq Cl^-/SO_4^{-2} \leq 1$	
Nhiễm mặn nhẹ	Từ 0,3 đến 1,0	Từ 0,3 đến 0,5	Có thể
Nhiễm mặn vừa	Lớn hơn 1,0 đến 5,0	Lớn hơn 0,5 đến 2,0	Có thể
Nhiễm mặn cao	Lớn hơn 5,0 đến 8,0	Lớn hơn 2,0 đến 5,0	Có thể
Nhiễm mặn quá nhiều	Lớn hơn 8,0	Lớn hơn 5,0	Không thể

Đối với sân bay ở vùng có mương dẫn nước tưới cây, hoặc khi mực nước ngầm cao, đất nhiễm mặn cao không dùng được làm nền móng cho mặt đường sân bay, tỷ lệ giới hạn chứa thạch cao trong đất đắp cần hạ xuống đến 10%.

6.8.14.3 Cần nâng cao độ mặt đường sân bay trên mực nước ngầm tính toán lớn hơn 20% giá trị trong Bảng 9, nếu không có điều kiện đó thì cần xem xét đặt lớp ngăn nước đối với đất nhiễm mặn trung bình và nhiễm mặn cao.

6.8.14.4 Hệ số đầm nén đất đắp từ đất nhiễm mặn nên lấy không nhỏ hơn 0,98 cho mặt đường loại cấp thấp và đối với phần đất dải bay, 1,00 - cho mặt đường cấp cao.

7 Yêu cầu khảo sát và thí nghiệm

7.1 Yêu cầu khảo sát và thí nghiệm nền đất

7.1.1 Đánh giá khu vực theo điều kiện địa chất thủy văn

Điều kiện địa chất thủy văn ảnh hưởng đến các thông số tính toán của nền đất. Do đó phải khảo sát

đánh giá điều kiện địa chất thủy văn.

7.1.2 Yêu cầu phân loại đất.

Phân loại đất và đánh giá sơ bộ nền đất mang ý nghĩa định tính. Các số liệu tính toán được chọn phụ thuộc vào số liệu thí nghiệm hiện trường và kết quả xử lý số liệu thí nghiệm.

Tiêu chuẩn này sử dụng hệ thống phân loại đất hiện hành trong xây dựng dân dụng của Việt Nam, xem Phụ lục B – Phân loại đất.

7.1.3 Yêu cầu khảo sát nền đất

7.1.3.1 Phân bố và các đặc tính của đất

Để cung cấp thông tin chủ yếu về các loại đất khác nhau, cần khảo sát để xác định sự phân bố và các đặc tính vật lý của chúng. Thông tin này kết hợp với những dữ liệu chụp ảnh tại chỗ và các lưu trữ về khí hậu sẽ cung cấp tài liệu cơ bản thiết yếu cho việc triển khai xây dựng sân bay hiệu quả. Khảo sát các điều kiện đất tại sân bay bao gồm:

(1) Thăm dò: Thăm dò nhằm xác định trình tự sắp xếp các lớp đất liên tiếp khác nhau theo cao trình của nền cần xem xét;

(2) Lấy mẫu: Thu thập những mẫu tiêu biểu của các lớp đất;

(3) Thí nghiệm: Thí nghiệm các mẫu để xác định đặc tính của các vật liệu đất khác nhau về tỷ trọng tại hiện trường và loại nền đất;

(4) Tính thích dụng của đất: Cần đánh giá tính thích dụng của đất dùng cho xây dựng nền và mặt đường.

7.1.3.2 Các quy trình

Quy trình và kỹ thuật điều tra và lấy mẫu, thí nghiệm đất và đá cho mục đích xây dựng theo TCVN 2683 : 2012 Đất xây dựng – Lấy mẫu, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu và TCVN 9153 : 2012 Đất xây dựng – Phương pháp chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất.

7.1.4 Yêu cầu khảo sát và lấy mẫu.

7.1.4.1 Khoan đất

Bước khởi đầu của khảo sát điều kiện đất là khảo sát đất để xác định khối lượng và phạm vi phân bố của các loại đất khác nhau, trình tự sắp xếp các lớp đất và độ sâu của nước dưới bề mặt. Mặt cắt những lỗ khoan này thường được thực hiện bằng khoan đất hoặc dụng cụ tương tự. Không nên dùng khoan nước vì nó xác định độ sâu không chính xác. Mục đích của khoan là xác định mặt cắt của đất hoặc đá và phạm vi phân bố ngang của nó. Mỗi vị trí có những vấn đề riêng biệt và biến đổi khác nhau nên giãn cách của các lỗ khoan và lấy mẫu không thể cứng nhắc theo khoảng định trước. Các tiêu chí tham khảo về vị trí, độ sâu và số lượng lỗ khoan được cho ở Bảng 12. Những tiêu chí này có thể thay đổi nhiều do điều kiện tại chỗ.

7.1.4.2 Số lượng lỗ khoan, vị trí và độ sâu lỗ khoan

Cơ bản, các vị trí, độ sâu và số lượng lỗ khoan phải cho phép xác định các biến đổi của đất và đưa lên bản đồ. Khi thực tế khai thác tại chỗ khảo sát đã chỉ ra rằng các khu đắp sâu có vấn đề nghi vấn về độ lún và độ ổn định hoặc theo quan điểm của người kỹ sư và những điều tra bổ sung đã khẳng định, thì có thể phải bổ sung số lượng lỗ khoan và tăng độ sâu khoan phục vụ thiết kế để chọn vị trí và xây dựng được tốt. Ngược lại nếu các điều kiện đất là đồng nhất thì số lượng lỗ khoan có thể giảm đi.

Bảng 12 - Khoảng cách các lỗ khoan và độ sâu khoan đất tối thiểu

Khu vực	Giãn cách	Độ sâu
Đường cát hạ cánh và đường lăn	Khoan mặt cắt ngang mặt đường tùy ý với giãn cách 70 m	Khu đào 5 m dưới mặt san hoàn thiện Khu đắp 5 m dưới mặt đất hiện hành
Các khu vực khác của mặt đường	1 lỗ khoan trên 10 000 m ² của khu vực	Khu đào 5 m dưới mặt san hoàn thiện Khu đắp 5 m dưới mặt đất hiện hữu
Các khu vực khác xung quanh ngoài mặt đường	Làm các thí nghiệm đủ để xác định tính chất vật liệu của các khu vực lấy đất	Đến chiều sâu đào đất (lấy đất)

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp khoan khảo sát tại các khu vực mới hoặc chưa có dữ liệu tin cậy về không có đất yếu, nên có một vài hố khoan sâu đến 10 m để kiểm tra xác suất sự hiện diện của đất yếu. Nếu phát hiện có đất yếu cần đề xuất khoan sâu thêm và bổ sung thêm các hố khoan để xác định độ sâu và phạm vi đất yếu.

CHÚ THÍCH 2: Căn cứ điều kiện thực tế có thể bố trí các hố đào kích thước (1x1x1) m nhằm xác định độ chặt đất tự nhiên, xác định CBR (chỉ số sức chịu tải California) và kiểm tra chiều dày lớp kết cấu hiện hữu (nếu có).

CHÚ THÍCH 3: Nếu đắp cao, các độ sâu khoan phải đủ để xác định phạm vi cổ kết và hoặc trượt gây ra bởi đất đắp.

7.1.4.3 Mặt cắt lỗ khoan

Sơ đồ mặt cắt lỗ khoan có ý nghĩa lớn trong quá trình đánh giá các điều kiện nền. Cần lập sơ đồ mặt cắt lỗ khoan điển hình để tổng hợp các kết quả điều tra đất. Hình 2 là một sơ đồ mặt cắt lỗ khoan điển hình mẫu gồm: (1) vị trí/ (2) ngày giờ hoàn thành khoan/ (3) loại khoan / (4) cao trình bề mặt / (5) chiều sâu của vật liệu / (6) số lượng số hiệu nhận biết mẫu khoan / (7) phân cấp (loại) / (8) mực nước ngầm.

7.1.4.4 Phạm vi lớp đất khảo sát

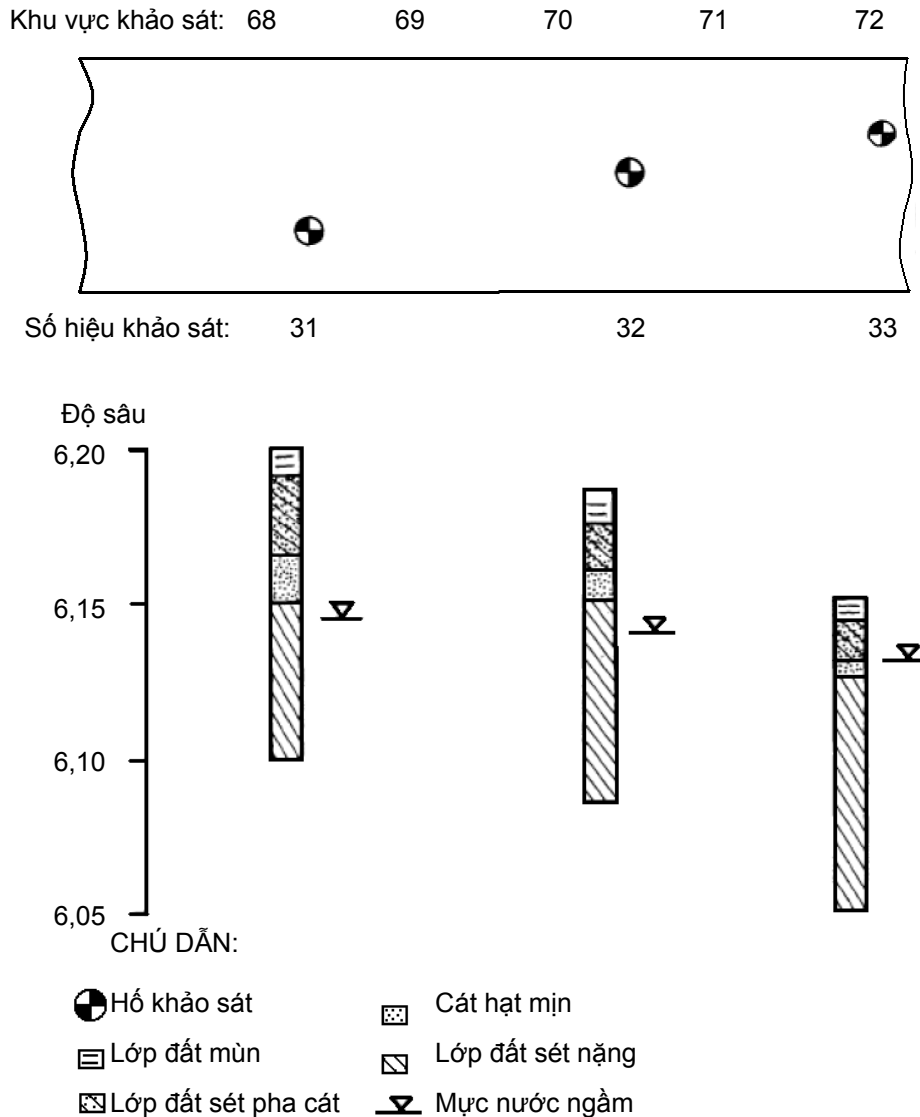
Không chỉ giới hạn khảo sát ở những đất gặp phải khi quy hoạch san nền hoặc trong phạm vi ranh giới sân bay. Còn cần điều tra vật liệu tại chỗ có thể sử dụng tại những khu vực lấy đất hoặc nguồn vật liệu.

7.1.4.5 Mẫu nguyên dạng (không bị xáo trộn)

Các mẫu đất tiêu biểu của các lớp khác nhau và các vật liệu xây dựng khác nhau phát hiện được phải đem thí nghiệm trong phòng thí nghiệm để xác định các đặc tính cơ lý. Các đặc tính tại hiện trường như tỷ trọng, cường độ, các đặc tính cổ kết,... cần được xác định từ những mẫu nguyên dạng. Điều

quan trọng nhất là mỗi mẫu phải tiêu biểu cho một loại đất vật liệu mà không phải là một hỗn hợp của nhiều loại vật liệu.

7.1.4.6 Thí nghiệm tại chỗ: các hố khoan, đào hoặc cả hai loại đều cần được thí nghiệm sức chịu tải tại chỗ, lấy mẫu nguyên dạng, đưa lên bản đồ các lớp đất biến đổi. Loại điều tra đất hỗ trợ này cần được tiến hành khi đòi hỏi độ chính xác cao hoặc khi điều kiện đất phức tạp cần điều tra mở rộng.



Hình 2 - Sơ đồ mặt cắt lỗ khoan điển hình

7.1.5 Yêu cầu thí nghiệm cường độ của đất

Việc phân loại đất với mục đích xây dựng cho biết tính chất của đất làm nền cho mặt đường. Tuy nhiên tính chất này chỉ là gần đúng. Tính chất đất có thể khác với tính chất dự báo do nhiều nguyên nhân như độ lèn chặt, độ bão hoà, chiều cao của mặt đường phía trên. Có thể khắc phục phần lớn sự khác biệt đó bằng cách thí nghiệm hiện trường và trong phòng thí nghiệm cường độ của đất, hệ số nền, mô đun biến dạng, mô đun đàn hồi theo yêu cầu của phương pháp tính.

Thông thường dùng 3 thí nghiệm xác định từng chỉ tiêu cần thiết cho mỗi loại đất chính khác nhau.

Khảo sát lớp đất sơ bộ sẽ phát hiện có bao nhiêu loại đất khác nhau cần thí nghiệm. Giá trị thiết kế phải được lựa chọn một cách hợp lý. Nói chung chọn giá trị thiết kế nhỏ hơn giá trị trung bình tiêu chuẩn theo các quy trình thí nghiệm.

7.2 Yêu cầu thí nghiệm móng đường

Vật liệu cấu tạo móng được thí nghiệm xác định thành phần hạt, cường độ, mô đun đàn hồi tùy thuộc vào loại mặt đường và móng đường thiết kế.

7.3 Yêu cầu thí nghiệm mặt đường

7.3.1 Yêu cầu thí nghiệm đánh giá mặt đường bao gồm thí nghiệm xác định các chỉ tiêu theo yêu cầu thiết kế xây dựng cải tạo mặt đường:

- Mác bê tông sử dụng trong xây dựng mặt đường;
- Cường độ chịu nén và kéo khi uốn của mẫu bê tông mặt đường;
- Mô đun đàn hồi của bê tông;
- Loại thép và cường độ chịu kéo của thép làm cốt và thanh truyền lực;
- Mô đun đàn hồi của thép.

7.4 Yêu cầu tổng thể

7.4.1 Yêu cầu thí nghiệm đánh giá mặt đường đã và đang khai thác được thực hiện theo quy trình đánh giá sức chịu tải mặt đường sân bay.

7.4.2 Yêu cầu thí nghiệm vật liệu xây dựng nền móng và mặt đường sân bay theo các quy trình thí nghiệm trong công tác thi công và nghiệm thu mặt đường sân bay.

8 Mặt đường mềm sân bay

8.1 Cấu tạo mặt đường mềm sân bay

8.1.1 Nguyên tắc cấu tạo

Mặt đường mềm sân bay cùng với móng nhân tạo thiết kế thành nhiều lớp với cường độ giảm dần từ trên xuống dưới.

8.1.2 Cấu tạo các lớp

Mặt đường mềm gồm các lớp cấu tạo như sau:

- Lớp mặt bằng BTN, đá dăm thấm nhập, hoặc lớp đá trộn nhựa, lớp cấp phối, mặt đường đất và mặt đường cỏ;
- Lớp móng được làm từ các lớp có cấu trúc và cường độ nhỏ hơn lớp mặt, bê tông nghèo (cường độ

TCVN 10907 : 2015

nén từ 75 kG/cm² đến 150 kG/cm²), cấp phối đá dăm gia cố xi măng;

- Lớp mặt và móng cũng có thể gồm nhiều lớp.

8.1.2.1 Chiều dày tối thiểu cho phép của các lớp kết cấu (ở trạng thái đã đầm chặt) của mặt đường mềm và móng nhân tạo lấy theo Bảng 13. Chiều dày lớp kết cấu trong tất cả các trường hợp không nhỏ hơn 1,5 kích thước hạt lớn nhất của vật liệu khoáng sử dụng cho lớp đó.

Bảng 13 - Chiều dày tối thiểu cho phép của các lớp kết cấu

Vật liệu cấu tạo các lớp mặt đường mềm và móng nhân tạo	Chiều dày tối thiểu một lớp cm
BTN khi áp suất bánh hơi máy bay (MPa (kG/cm ²)):	
Nhỏ hơn 0,6 (6)	5
Từ 0,6 (6) đến 0,7 (7)	7
Lớn hơn 0,7 (7) đến 1,0 (10)	9
Lớn hơn 1,0 (10)	12
Đá dăm, cuội, đất, gia cố chất dính kết hữu cơ	8
Đá dăm gia cố chất dính kết hữu cơ theo phương pháp thấm nhập	8
Đất và đá chất lượng thấp gia cố chất dính kết vô cơ	15
Đá dăm hoặc đá cuội không gia cố rải trên lớp nền cát	15
Đá dăm không gia cố rải trên móng chặt (cứng) (móng bằng đá hay bằng đất gia cố chất dính kết)	8

8.1.2.2 Rải các lớp trên cho mặt đường BTN bằng hỗn hợp BTN chặt, các lớp dưới dùng hỗn hợp BTN chặt hoặc rỗng.

Mác và chủng loại BTN đối với các lớp trên của mặt đường tương ứng với mác nhựa đường và lấy theo tiêu chuẩn mặt đường BTN phụ thuộc và cấp tải trọng tiêu chuẩn các thành phần sân bay và vùng khí hậu đường.

8.2 Tính toán mặt đường mềm xây dựng mới

8.2.1 Cơ sở tính toán

Mặt đường mềm sân bay được tính toán theo trạng thái độ võng giới hạn tương đối.

Tính toán trạng thái giới hạn đối với mặt đường mềm sân bay như sau:

- Loại cấp cao - trạng thái giới hạn theo độ võng tương đối tất cả kết cấu và theo cường độ các lớp BTN;

- Loại cấp thấp - trạng thái giới hạn theo độ võng tương đối toàn kết cấu.

8.2.2 Các hệ số tính toán

Các hệ số liên quan đến tải trọng tính toán mặt đường mềm như hệ số động k_d và hệ số giảm tải γ_f (tính đến vận hành trên mặt đường của máy bay với tốc độ cao) cho tất cả các nhóm khu vực sân bay lấy theo Bảng 3.

8.2.3 Tính toán mặt đường mềm xây dựng mới

8.2.3.1 Tính toán mặt đường mềm sân bay theo độ võng tương đối giới hạn theo điều kiện:

$$\lambda_d \leq \gamma_c \lambda_u \quad (4)$$

trong đó:

λ_d là độ võng tương đối tính toán của mặt đường do tải trọng tác dụng, xác định theo Điều 8.2.3.2;

γ_c là hệ số điều kiện làm việc, lấy đối với các nhóm khu vực mặt đường sân bay (xem Hình 1):
A: 1; B và C: 1,05; D: 1,1;

λ_u là độ võng tương đối giới hạn của mặt đường, xác định theo Điều 8.2.3.3.

Nếu trong kết quả tính toán, tổng chiều dày mặt đường mềm vượt quá 50 cm, mô đun đàn hồi đất dính bằng 24 MPa (240 kG/cm²) và nhỏ hơn, thì nên tăng thêm độ võng tương đối giới hạn:

khi chiều dày kết cấu từ 51 cm đến 75 cm tăng thêm 5%;

khi chiều dày kết cấu từ 76 cm đến 100 cm tăng thêm 10%;

khi chiều dày kết cấu từ 101 cm đến 125 cm tăng thêm 15%;

khi chiều dày kết cấu lớn hơn 125 cm tăng thêm 20%.

8.2.3.2 Độ võng tương đối tính toán của mặt đường do tải trọng tác dụng xác định theo công thức:

$$\lambda_d = 0,9 \frac{P_a}{E_{ed}} \quad (5)$$

trong đó:

P_a là áp suất bánh hơi máy bay (MPa);

E_{ed} là mô đun đàn hồi tương đương của kết cấu mặt đường mềm, trong đó gồm cả nền đường (MPa);

$$E_{ed} = E_{mt} \Psi_k ; \quad (6)$$

E_{mt} là mô đun đàn hồi trung bình của kết cấu nhiều lớp (MPa), gồm cả mặt đường và lớp đáy

móng:

$$E_{mt} = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2 + \dots + E_n t_n}{t_{tot}}; \quad (7)$$

Ψ_k là hệ số xác định theo biểu đồ Hình G.7

$$\psi_k = f\left(\frac{E}{E_{mt}}; \frac{t_{tot}}{D_e}\right); \quad (8)$$

E_1, E_2, \dots, E_n là mô đun đàn hồi tính toán của từng lớp kết cấu (MPa);

t_1, t_2, \dots, t_n là chiều dày từng lớp kết cấu (m);

t_{tot} là tổng chiều dày các lớp kết cấu (m);

E là mô đun đàn hồi của đất nền thiên nhiên (MPa);

D_e là đường kính (m) vệt bánh máy bay, xác định theo Điều 8.2.3.5.

8.2.3.3 Độ võng giới hạn tương đối của mặt đường λ_u lấy theo đồ thị Hình G.8, phụ thuộc vào loại đất, áp suất bánh hơi máy bay và trùng phục tải trọng N_r , tính theo Điều 8.2.3.6.

Trị số võng giới hạn tương đối của mặt đường λ_u lấy theo Hình G.8, cần tăng lên 20% cho mặt đường quá độ từ vật liệu đá dăm cấp phối gia cố chất dính kết vô cơ hoặc hữu cơ.

8.2.3.4 Cường độ các lớp BTN của kết cấu mặt đường mềm sân bay cần thoả mãn điều kiện:

$$\sigma_r \leq \gamma_c \cdot R_d; \quad (9)$$

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot p_a. \quad (10)$$

trong đó :

σ_r là ứng suất kéo tối đa khi uốn ở lớp xem xét do tải trọng tính toán (MPa);

γ_c là hệ số điều kiện làm việc của BTN lấy phụ thuộc vào khu vực mặt đường sân bay: A-1; B và C- 1,1; D- 1,2;

R_d là cường độ tính toán kéo khi uốn của BTN (MPa), lấy theo Bảng F.2;

$\bar{\sigma}_r$ là ứng suất kéo đơn vị khi uốn xác định theo biểu đồ Hình G.9.

$$\bar{\sigma}_r = f\left(\frac{E_{ab}}{E_e}; \frac{t_{ab}}{D_{ei}}\right); \quad (11)$$

trong đó :

E_{ab} là mô đun đàn hồi trung bình các lớp BTN (MPa), tính như E_{mt} , xác định tương tự công thức (7);

E_e là mô đun đàn hồi tương đương móng đường dưới BTN, gồm cả nền đất (MPa):

$$E_e = E_m \Psi_k; \quad (12)$$

E_m là mô đun đàn hồi trung bình các lớp móng dưới BTN (không tính đến nền đất), (MPa), xác định tương tự công thức (7);

Ψ_k là hệ số xác định theo biểu đồ Hình G.7, lấy thay trị số E_{mt} và E_{ed} tương ứng trị số E_m và E_e :

$$\Psi_k = f\left(\frac{E}{E_m}; \frac{t_{tot}}{D_e}\right); \quad (13)$$

D_{ei} là đường kính đường tròn có diện tích bằng vết bánh xe (m) dưới tải trọng bánh đơn tương đương đối với các lớp BTN xác định theo Điều 8.2.3.5.

Khi tính toán mặt đường BTN hai lớp hoặc ba lớp thì tính theo cường độ kéo khi uốn cho lớp dưới, trước tiên quy đổi BTN nhiều lớp về một lớp với mô đun đàn hồi trung bình E_{ab} .

8.2.3.5 Đường kính đường tròn có diện tích bằng diện tích vết bánh xe dưới tải trọng bánh đơn tương đương tính theo công thức:

$$D_{ei} = 2 \sqrt{\frac{F_e}{\pi p_a}} \quad (14)$$

trong đó :

F_e là tải trọng bánh đơn tương đương (kN) thay cho tác dụng của tải trọng càng nhiều bánh, lấy bằng F_d (kN) khi $t_{tot} \leq \frac{a}{2}$; F_n khi $t_{tot} \geq 2a_d$, còn các trường hợp còn lại xác định theo công thức:

$$F_e = \text{antilg} \left(\frac{\lg n_k}{\lg \frac{4a_d}{a}} \lg \frac{2t_{tot}}{a} + \lg F_d \right); \quad (15)$$

F_d, n_k - xem Điều 9.2.3.2;

p_a, F_n - xem Điều 5.2.1;

a là khoảng cách nhỏ nhất giữa các bánh gần nhất của càng chính (m):

$$a = a_t - 2 \sqrt{\frac{F_d}{1,4\pi p_a}}. \quad (16)$$

a_t, a_d - tương ứng khoảng cách giữa các trục bánh máy bay gần nhất ở càng và khoảng cách lớn nhất giữa các bánh xe ở càng chính (m), lấy theo Hình G.10, phụ thuộc vào sơ đồ bố trí bánh

trên càng;

t_{tot} là tổng chiều dày các lớp kết cấu mặt đường mềm (m) để xác định F_e (t_{tot} lấy bằng tổng chiều dày kết cấu (m), khi tính toán cường độ theo độ võng giới hạn tương đối và tổng chiều dày các lớp BTN khi tính toán cường độ kéo khi uốn).

8.2.3.6 Khi tính toán cường độ mặt đường chịu tải trọng của nhiều loại máy bay khác nhau thì cần quy đổi tác dụng của trùng phục của tải trọng thực sang tác dụng của tải trọng trùng phục tương đương tính toán N_r . Trong đó chỉ lấy những máy bay mà tải trọng trên càng chính lớn hơn hoặc bằng một nửa (1/2) trị số tải trọng trên càng chính máy bay tính toán. Trị số N_r xác định theo công thức:

$$N_r = \sum_{i=1}^{n_j} N_i n_a k_n \quad (17)$$

trong đó:

N_i là số lần cất cánh trung bình ngày của máy bay i lấy ở năm cuối của thời hạn trong thiết kế mặt đường, lấy bằng 10 năm cho loại mặt đường cấp cao và 5 năm cho loại mặt đường cấp thấp;

n_j là số lượng loại máy bay trong tính toán;

n_a là số lượng trục ở càng chính; trong tính toán cường độ theo độ võng giới hạn tương đối lấy $n_a = 1$;

k_n là hệ số quy đổi tải trọng, xác định theo biểu đồ Hình G.11, phụ thuộc vào tỷ số: $\frac{D_{ei}}{D_{ed}}$ và $\frac{p_{ai}}{p_d}$;

D_{ei} , D_{ed} là đường kính vệt bánh xe dưới tải trọng bánh đơn tương đương tương ứng máy bay i và máy bay tính toán. Trị số D_{ei} và D_{ed} xác định theo công thức (14) riêng cho tính toán các lớp BTN chịu kéo khi uốn và tính toán cường độ kết cấu theo độ võng giới hạn tương đối;

p_{ai} , p_d là áp suất bánh hơi tương ứng máy bay i và máy bay tính toán.

8.3 Thiết kế cải tạo mặt đường mềm cũ

8.3.1 Đánh giá chất lượng mặt đường cũ và các thông số tính toán

Cải tạo mặt đường có thể có hai cấp độ:

- Sửa chữa hư hỏng: Đây là mức độ cải tạo nhẹ, yêu cầu cải tạo chỉ là phục hồi khả năng chịu lực của mặt đường đáp ứng yêu cầu khai thác đã được thiết kế do mặt đường bị hư hỏng không đáp ứng yêu cầu khai thác theo thiết kế;
- Tăng cường mặt đường: Đây là mức độ cải tạo tăng cường nhằm nâng cao khả năng chịu tải của mặt đường theo yêu cầu khai thác mới.

Khi cải tạo mặt đường mềm cần đánh giá chất lượng mặt đường mềm cũ theo định tính và định lượng.

Các thông số thiết kế định lượng được xác định bằng thí nghiệm mẫu.

8.3.2 Cơ sở thiết kế và các hệ số tính toán

Thiết kế cải tạo tăng cường mặt đường mềm cũ có thể bằng mặt đường mềm hoặc mặt đường cứng. Các thông số thiết kế phụ thuộc vào kết quả thí nghiệm và giải pháp tăng cường mặt đường cũ bằng mặt đường mềm hoặc mặt đường cứng, các hệ số tính tải trọng tương tự như khi thiết kế mặt đường mới.

8.3.3 Nguyên tắc tính toán cải tạo tăng cường mặt đường mềm cũ

Khi cải tạo tăng cường mặt đường mềm bằng mặt đường cứng thì coi mặt đường mềm như móng của mặt đường cứng và tính toán theo phương pháp tính toán mặt đường cứng.

Khi cải tạo tăng cường mặt đường mềm bằng mặt đường mềm thì coi mặt đường mềm cũ là các lớp dưới của mặt đường mềm mới và tính toán theo phương pháp tính toán mặt đường mềm với các thông số theo thí nghiệm đánh giá hiện trạng.

9. Mặt đường cứng sân bay

9.1 Cấu tạo mặt đường cứng sân bay

9.1.1 Nguyên tắc cấu tạo

Thiết kế mặt đường cứng sân bay gồm hai phần: Cấu tạo các lớp và tính toán chiều dày các lớp mặt đường

- Cấu tạo mặt đường có nghĩa là bố trí các lớp cấu tạo từ trên xuống dưới đảm bảo truyền tải hợp lý xuống nền đất phù hợp với biểu đồ phân bố ứng suất theo chiều sâu.

- Tính toán chiều dày tấm bê tông có nghĩa là tính chiều dày tấm và các lớp móng trên nền đất cụ thể chịu được tải trọng thiết kế sao cho tấm bê tông, nền đất và từng lớp móng cấu tạo không phải chịu ứng suất hoặc biến dạng vượt quá yêu cầu khai thác cho phép và khả năng chịu tải tương ứng của chúng.

9.1.2 Cấu tạo các lớp

9.1.2.1 Mặt đường cứng được cấu tạo gồm các lớp:

- Mặt đường bằng tấm bê tông một hoặc hai lớp rải trên lớp ngăn cách bằng giấy dầu, pegamin, màng polime hoặc vật liệu thích hợp khác;

- Móng cát gia cố xi măng, đá gia cố xi măng, bê tông nghèo hoặc các loại mặt đường mềm, nó có thể gồm một hoặc nhiều lớp;

- Nền đất cấp phối, hoặc đá dăm, sỏi gia cố. Lớp này có thể không có nếu nền đất tự nhiên đủ sức chịu tải.

Toàn bộ kết cấu trên được đặt trên nền đất tự nhiên. Khi nền đất tự nhiên kém, trên mặt nó có thể rải vải địa kỹ thuật hoặc các lớp ngăn cách có tác dụng chống nước hoặc đất xâm nhập từ dưới lên.

9.1.2.2 Chiều dày yêu cầu các lớp BTXM đổ tại chỗ xác định theo tính toán, nhưng không nhỏ hơn 16 cm. Khi tăng cường mặt đường bê tông hoặc bê tông lưới thép thì chiều dày nhỏ nhất lấy bằng 20 cm.

9.1.2.3 Theo nguyên tắc, nên thiết kế mặt đường cứng mới có một lớp. Có thể áp dụng mặt đường hai lớp chỉ khi khả năng kỹ thuật không rải được một lớp bê tông có chiều dày tính toán hoặc khi tăng cường mặt đường hiện hữu, dựa trên các tính toán kinh tế - kỹ thuật.

9.1.2.4 Chiều dày lớp bảo vệ ở mặt đường bê tông cốt thép đổ tại chỗ không nhỏ hơn 40 mm đối với cốt thép lớp trên và 30 mm - lớp dưới.

9.1.2.5 Mặt đường bê tông lưới thép, khi chiều dày tấm đến 30 cm nên dùng lưới thép với thanh thép có đường kính từ 10 mm đến 14 mm, khi chiều dày tấm lớn hơn 30 cm - đường kính từ 14 mm đến 18mm. Lưới thép được bố trí cách bề mặt tấm bê tông xi măng 1/3 đến 1/2 chiều dày tấm.

Tỷ lệ cốt thép dọc của tấm từ 0,10% đến 0,15%, bước cốt thép từ 15 cm đến 40 cm, phụ thuộc vào chiều dài tấm và đường kính thanh cốt thép.

Cốt thép ngang - thép cấu tạo; khoảng cách giữa các cốt thép ngang lấy bằng 40 cm.

9.1.2.6 Dùng thép với đường kính từ 12 mm đến 18 mm ở dạng lưới hàn cho mặt đường bê tông cốt thép không ứng suất trước. Diện tích cần thiết của tiết diện cốt thép xác định theo tính toán, tỷ lệ phần trăm cốt thép không được nhỏ hơn 0,25. Cốt thép cần được phân bố theo hướng dọc và ngang ở lớp trên và lớp dưới tiết diện tấm tương ứng với trị số momen uốn.

Khoảng cách giữa các thanh thép phụ thuộc vào diện tích yêu cầu của cốt thép và đường kính cốt thép, lấy từ 10 cm đến 30 cm.

9.1.2.7 Mặt đường hai lớp, theo nguyên tắc, nên thiết kế trùng khe ở các lớp. Trong trường hợp riêng cho phép thiết kế mặt đường hai lớp không trùng khe (mặt đường không trùng khe nghĩa là các khe dọc và khe ngang ở lớp trên và lớp dưới nằm lệch nhau một khoảng cách lớn hơn $2t_{sup}$, với t_{sup} - chiều dày lớp trên).

Khi thiết kế mặt đường trùng khe phải xem xét lệch khe ở hai hướng từ 1,5 đến 2,0 t_{sup} . Ở mặt đường trùng khe, độ cứng lớp dưới không được lớn hơn 2 lần so với độ cứng lớp trên.

9.1.2.8 Đối với mặt đường hai lớp phải rải lớp cách ly bằng giấy dầu, vật liệu polime hoặc các vật liệu có tính năng giảm ma sát khác. Ở mặt đường không trùng khe sử dụng giấy dầu 2 lớp làm lớp cách ly, ở mặt đường trùng khe - có thể rải một lớp.

9.1.2.9 Phần lề giáp với mặt đường CHC, ĐL, SĐ máy bay và chỗ đỗ máy bay cần có mặt đường chịu tác dụng của luồng khí phụt của động cơ máy bay cũng như tải trọng của các loại xe khai thác sân bay.

Khi xây dựng lề bằng bê tông nhựa cần phải đáp ứng các yêu cầu ở Điều 6.7.3.

Chiều dày mặt đường ở lề lấy theo tính toán, nhưng không nhỏ hơn chiều dày cấu tạo cho phép của

các lớp vật liệu.

9.1.2.10 Mặt đường ở khu vực bảo hiểm đầu giáp đầu đường CHC nhân tạo cần đạt các yêu cầu như mặt đường phần lề.

9.1.2.11 Giữa các tấm mặt đường cứng đổ tại chỗ và móng nhân tạo cần rải lớp cách ly giấy dầu, pergamin, vật liệu polime hoặc các vật liệu có tính năng giảm ma sát khác. Không dùng lớp cách ly đối với mặt đường lắp ghép.

Xây dựng mặt đường lắp ghép bằng tấm bê tông cốt thép ứng suất trước đặt trên móng móng cát xi măng, trừ móng cát.

9.1.2.12 Khi thiết kế móng nhân tạo từ vật liệu hạt thô, rải trực tiếp trên đất sét và bụi, cần xem xét lớp chống mao dẫn bằng vật liệu không bị trạng thái dẻo khi ẩm ướt (cát, đất tại chỗ gia cố bitum và v.v.), để tránh hiện tượng đất chui vào móng bằng vật liệu hạt thô rỗng khi bị ẩm.

Chiều dày lớp chống mao dẫn không nhỏ hơn kích thước hạt lớn nhất của vật liệu sử dụng ở đó, nhưng không nhỏ hơn 5 cm.

9.1.2.13 Khi nền đất tại chỗ là đất không thấm (sét, á sét, á sét bụi và á cát bụi) trong kết cấu móng nhân tạo nên làm lớp thấm từ cát hạt thô và hạt trung với hệ số thấm không nhỏ hơn 7 m/s và chiều dày tương ứng theo Bảng 14.

Bảng 14 - Chiều dày tối thiểu lớp thấm nước đối với vùng khí hậu đường sá

Đất nền tại chỗ	Chiều dày tối thiểu lớp thấm nước đối với vùng khí hậu đường sá		
	cm		
	I	II	III
Sét, á sét	35	30	25
Á sét bụi và á cát bụi	50	40	35

9.1.3 Kích thước tấm và cấu tạo khe

9.1.3.1 Mặt đường cứng sân bay chia ra các tấm riêng biệt bởi những khe biến dạng. Kích thước tấm phụ thuộc vào điều kiện khí hậu từng nơi cũng như công nghệ thi công. Các loại khe và điều kiện sử dụng được trình bày trong Bảng 15.

9.1.3.2 Khoảng cách giữa các khe co, đối với mặt đường đổ tại chỗ không vượt quá:

- Bê tông có chiều dày nhỏ hơn 25 cm.4,0 m
- Bê tông có chiều dày từ 25 cm đến 35 cm4,5 m
- Bê tông có chiều dày từ 35 cm đến 40 cm5,5 m

TCVN 10907 : 2015

- Bê tông có chiều dày từ 40 cm và lớn hơn.....6,0 m
- Bê tông cốt thép.20 m
- Bê tông lưới thép khi biên độ dao động nhiệt độ trung bình ngày đêm:
 - 45 °C và lớn hơn10 m
 - Nhỏ hơn 45 °C15 m

Đối với sân bay nằm trong những khu vực có điều kiện địa chất công trình phức tạp thì kích thước tấm bê tông cốt thép và bê tông lưới thép không lớn hơn 10 m.

Ở mặt đường bê tông đổ tại chỗ, khe dọc (do công nghệ thi công) được coi là khe co hoặc giãn.

Đối với các dải kề nhau của mặt đường (khe ngăn cách giữa 2 công trình) xem như khe ngang.

CHÚ THÍCH 1: Biên độ dao động nhiệt độ trung bình ngày đêm trong năm được tính như chênh lệch nhiệt độ trung bình của không khí giữa tháng nóng nhất và tháng lạnh nhất..

CHÚ THÍCH 2: Khe thi công do chiều rộng của máy rải bê tông (khe dọc) và do ngừng thi công.

CHÚ THÍCH 3: Khoảng cách tối thiểu giữa các khe giãn (m) có thể tính theo công thức: $L=b/(\beta.\alpha.\Delta t.100)$. Trong đó b (cm) là chiều rộng khe giãn, β là hệ số ép co của vật liệu chèn khe, đối với mastic nhựa lầy bằng 2, $\alpha=0,00001$ là hệ số giãn nở của bê tông, Δt (°C) là hiệu số nhiệt độ không khí cao nhất của địa phương và nhiệt độ khi đổ bê tông.

Bảng 15 - Các loại khe và điều kiện sử dụng

Loại khe	Điều kiện sử dụng khe	
	Khe dọc	Khe ngang
Khe dẫn có thanh truyền lực – A	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước
Khe dẫn suốt tăng dày cạnh tấm – B1	Cho mặt đường bê tông tại chỗ giao nhau và tiếp giáp với các công trình hoặc các loại mặt đường khác	Cho mặt đường bê tông và bê tông cốt thép trên đất trương nở hoặc lún sụt, tại chỗ giao nhau và tiếp giáp với các công trình hoặc các loại mặt đường khác, trừ mặt đường ứng suất trước
Khe dẫn suốt tăng cường cốt cạnh tấm – B2	Cho mặt đường bê tông cốt thép và lưới thép tại chỗ giao nhau và tiếp giáp với các công trình hoặc các loại mặt đường khác	Cho mặt đường bê tông và bê tông cốt thép trên đất trương nở hoặc lún sụt, tại chỗ giao nhau và tiếp giáp với các công trình hoặc các loại mặt đường khác, trừ mặt đường ứng suất trước.
Khe dẫn suốt có tấm kê – B3	-	Cho mặt đường bê tông cốt thép và lưới thép
Khe co có ngàm –	Cho mọi loại mặt đường khi tấm	-

Bảng 15 - Các loại khe và điều kiện sử dụng (kết thúc)

Loại khe	Điều kiện sử dụng khe	
	Khe dọc	Khe ngang
C	bê tông dày trên 24 cm	
Khe co suất có thanh truyền lực – D1	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước tại các chỗ kết thúc ca thi công
Khe co suất tăng cường cốt cạnh tấm – D2	Cho mặt đường bê tông và bê tông xi măng lưới thép ở khe thi công	Cho mặt đường bê tông và bê tông xi măng lưới thép ở khe thi công
Khe co có thanh chống trôi – E1 (có ngàm hoặc suất)	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước tại khu vực gần mép ngoài của mặt đường có khả năng trôi tẩm do điều kiện tự nhiên	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước tại khu vực gần mép ngoài của mặt đường có khả năng trôi tẩm do điều kiện tự nhiên
Khe co giả có thanh chống trôi – E2	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước tại khu vực gần mép ngoài của mặt đường có khả năng trôi tẩm do điều kiện tự nhiên	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước tại khu vực gần mép ngoài của mặt đường có khả năng trôi tẩm do điều kiện tự nhiên
Khe co giả có thanh truyền lực – F1	Cho mặt đường bê tông xi măng	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước
Khe co giả tăng cường cốt cạnh tấm- F2	Cho mặt đường bê tông xi măng	Cho mặt đường bê tông xi măng lưới thép
Khe co giả – H	Cho mặt đường bê tông xi măng	Cho mọi loại mặt đường trừ bê tông cốt thép ứng suất trước
Khe chuyển tiếp K	-	Tại vị trí chuyển tiếp từ kết cấu BTXM sang BTN và ngược lại

CHÚ THÍCH: Xem hình vẽ các loại khe và chi tiết khe mặt đường cứng ở Phụ lục J và AC 150/5320 - 6.

9.1.3.3 Đối với mặt đường lắp ghép bằng các tấm bê tông ứng suất trước có liên kết truyền lực, cần

TCVN 10907 : 2015

trở sự xô dịch dọc của tấm, cần có khe co.

Khoảng cách (m) giữa các khe biến dạng dọc cũng như khe biến dạng ngang ở sân đỗ máy bay và chỗ đỗ máy bay không vượt quá giá trị sau, khi biên độ nhiệt độ trung bình tháng trong năm (°C):

Lớn hơn 45.....12 m

Từ 30 đến 45.....18 m

Nhỏ hơn 30.....24 m

- Không cần đặt khe co dọc ở mặt đường lắp ghép trên đường CHC và đường lăn.

9.1.3.4 Khoảng cách giữa các khe co ở lớp dưới mặt đường bê tông hai lớp không vượt quá 10 m.

9.1.3.5 Ở khe co của mặt đường một lớp cần phải bố trí các thanh thép để truyền tải từ tấm này sang tấm khác và cho phép tấm chuyển dịch dọc theo hướng thẳng góc với khe. Có thể thay thanh truyền lực bằng cách tăng cường cốt thép ở cạnh tấm hoặc tăng chiều dày tấm và có thể đặt tấm đệm cho hai tấm kề nhau.

9.1.3.6 Mặt đường hai lớp trùng khe nên có liên kết truyền lực ở khe dọc và ngang. Liên kết truyền lực chỉ cần đặt ở lớp trên, nhưng các thông số của nó lấy như đối với tấm một lớp có độ cứng bằng tổng số độ cứng các lớp.

9.1.3.7 Ở mặt đường hai lớp không trùng khe thì chỉ bố trí liên kết truyền lực ở khe ngang (khe thi công). Tại khu vực dưới của lớp trên cần xem xét bố trí thép gia cường trên khe của lớp dưới hoặc tăng thêm chiều dày lớp trên.

9.1.3.8 Cạnh tấm được tăng cường cốt thép hoặc tăng dày cạnh tấm đủ kích thước rộng bằng kích thước lớn hơn trong hai kích thước sau: 1 m hoặc 0,8l, trong đó l là đặc tính đàn hồi của tấm, theo công thức tính trong Điều 9.2.3.2. Tấm đỡ dưới khe rộng bằng hai lần kích thước chọn ở trên.

9.1.3.9 Cốt thép tăng cường cạnh tấm phụ thuộc vào chiều dày tấm theo cấu tạo như Bảng 16.

Với tấm dày trên 30 cm, có thể kiểm tra bằng tính toán nhưng diện tích cốt thép không nhỏ hơn giá trị trong Bảng 16.

Bảng 16 - Cốt thép tăng cường cạnh tấm và chiều dày tấm

Chiều dày mặt đường cm	Cốt thép vằn (All) ở lưới trên và dưới tiết diện tấm	
	Khe suốt	Khe co giả
16-20	4Φ12	3Φ12
21-30	5Φ12	4Φ12
31-40	6Φ12	5Φ12
41-45	5Φ14	5Φ14

9.2 Tính toán thiết kế mặt đường cứng xây dựng mới

9.2.1 Cơ sở tính toán thiết kế

9.2.1.1 Mặt đường sân bay tính toán theo trạng thái giới hạn do tác dụng thẳng đứng của tải trọng máy bay lên kết cấu mặt đường nằm trên nền đàn hồi.

Tính theo trạng thái giới hạn đối với những tiết diện:

- Bê tông và bê tông lưới thép - trạng thái giới hạn theo cường độ;
- Bê tông cốt thép - trạng thái giới hạn theo cường độ và mở rộng vết nứt;
- Bê tông cốt thép có ứng suất trước - trạng thái giới hạn hình thành vết nứt.

9.2.1.2 Mặt đường sân bay tính toán theo tải trọng như Điều 5.2.1.

Bảng 17 – Hệ số điều kiện làm việc của mặt đường cứng

Mặt đường Sân bay	Hệ số γ_c điều kiện làm việc mặt đường cứng theo khu vực trên sân bay		
	A	B, C	D
Bê tông	0,70	0,80	1,00
Bê tông lưới thép	0,80	0,90	1,10
Bê tông cốt thép không ứng suất trước	0,90	0,90	1,20
Tấm bê tông lắp ghép cốt thép ứng suất trước	1,20	1,30	1,40

9.2.2 Các hệ số tính toán

9.2.2.1 Mặt đường sân bay có thể được chia ra làm nhiều nhóm khu vực theo Hình 1 phụ thuộc vào tính chất tác dụng của tải trọng máy bay và khả năng chịu tải của mặt đường.

9.2.2.2 Khi tính toán cường độ mặt đường cứng sân bay, hệ số động k_d và hệ số giảm tải γ_f (tính đến vận hành trên mặt đường của máy bay với tốc độ cao) cho tất cả các nhóm khu vực sân bay lấy theo Bảng 3.

Hệ số điều kiện làm việc của mặt đường γ_c , phụ thuộc vào khu vực sân bay tính toán lấy theo Bảng 17.

9.2.3 Trình tự tính toán mặt đường cứng một lớp

9.2.3.1 Khi tính toán mặt đường cứng sân bay theo cường độ và xuất hiện vết nứt cần thoả mãn điều kiện:

$$m_d \leq m_u \quad (18)$$

trong đó:

m_d là momen uốn tính toán ở tiết diện xem xét của tấm mặt đường, được xác định ở Điều 9.2.3.2;

m_u là momen uốn giới hạn ở tiết diện xem xét của tấm mặt đường, được xác định ở Điều 9.2.3.4.

9.2.3.2 Trị số tính toán momen uốn m_d , (kN.m/m) trên đơn vị chiều rộng tiết diện mặt đường cứng một lớp tất cả loại xác định theo công thức:

$$m_d = m_{c,max} k k_N k_{x(y)} \quad (19)$$

trong đó:

$m_{c,max}$ là momen uốn tối đa khi đặt tải trọng ở giữa tấm (kN.m/m), tính như momen tổng lớn nhất tạo nên bởi các bánh máy bay ở tiết diện tính toán của tấm, thẳng góc trục x hoặc y (Hình 3), trong đó cần loại trừ các bánh cho trị số momen âm trong diện tính toán:

$$m_{c,max} = m_1 + \sum_{i=2}^{n_k} m_{x(y)i}; \quad (20)$$

k là hệ số chuyển từ momen uốn do tải trọng tác dụng ở tâm đến momen uốn do tải trọng tác dụng ở mép tấm, hệ số đó lấy bằng:

- đối với mặt đường bê tông và bê tông lưới thép với liên kết truyền lực hoặc gia cường cốt thép cạnh tấm - 1,2;
- đối với mặt đường bê tông và bê tông lưới thép không có liên kết truyền lực và gia cường cốt thép cạnh tấm - 1,5;
- đối với mặt đường lắp ghép từ những tấm bê tông cốt thép ứng suất trước - 1,0;
- đối với mặt đường bê tông cốt thép - theo Hình G.1.

k_N là hệ số tính đến tích lũy biến dạng dư ở móng từ vật liệu không gia cố chất kết dính và lấy bằng 1,1 cho nhóm khu vực A và chỗ đỗ máy bay;

Đối với móng vật liệu gia cố chất kết dính, cũng như không phụ thuộc vào loại móng, đối với nhóm khu vực B (ngoại trừ chỗ đỗ máy bay), C và D lấy $k_N = 1,0$;

$k_{x(y)}$ là hệ số tính đến phân bố nội lực ở tấm bất đẳng hướng với độ cứng khác nhau B_x và B_y hướng dọc và hướng ngang lấy theo đồ thị Hình G.2;

Đối với mặt đường bê tông, bê tông lưới thép và bê tông cốt thép không ứng suất trước lấy $k_{x(y)} = 1,0$;

m_1 là momen uốn do tác dụng của bánh máy bay có tâm vệt bánh trùng với tiết diện tính toán (kN.m/m):

$$m_1 = F_d \cdot f(a) \quad (21)$$

n_k là số lượng bánh trên cang;

$m_{x(y)i}$ là momen uốn do tác dụng của bánh máy bay i nằm ngoài tiết diện tính toán của tấm, (kN.m/m):

$$m_{x(y)i} = \overline{m}_{x(y)i} F_d ; \quad (22)$$

F_d là tải trọng tính toán trên bánh máy bay (kN)

$$F_d = \frac{F_n}{n_k} k_d \gamma_f ; \quad (23)$$

$f(\alpha)$ là hàm số momen do tác động của bánh xe chính với trị số lấy ở Bảng G.1;

$$f(\alpha) = f \frac{R_{(e)}}{l} ; \quad (24)$$

$R_{(e)}$ là bán kính đường tròn có diện tích bằng diện tích vệt bánh máy bay (m):

$$R_{(e)} = \sqrt{\frac{F_d}{\pi p_a}} ; \quad (25)$$

p_a là áp suất bánh hơi máy bay (MPa);

F_n là tải trọng tiêu chuẩn trên càng chính của máy bay tính toán (kN);

l - đặc trưng đàn hồi của tấm (m);

$$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_s}} ; \quad (26)$$

K_d, γ_f là hệ số động và hệ số giảm tải, xác định theo Bảng 3;

K_s là hệ số nền tính toán của nền đất đồng nhất (MN/m³) xác định theo Phụ lục C. Đối với nền đất nhiều lớp cũng như nền nhân tạo không gia cố chất dính kết, trong tính toán đưa vào trị số nền tương đương K_{se} , được xác định theo Phụ lục D;

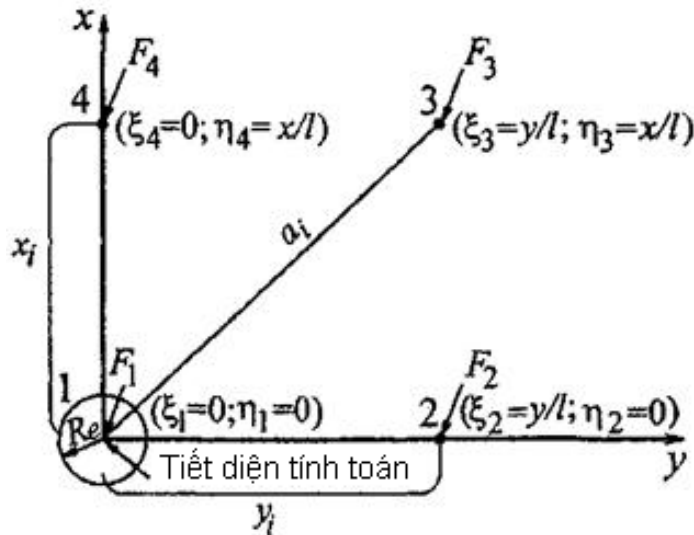
$\overline{m}_{xi}, \overline{m}_{yi}$ - momen uốn đơn vị ở tiết diện tính toán, do tác dụng của bánh xe i của càng máy bay xác định theo Bảng G.2, phụ thuộc vào tọa độ:

$$\xi = \frac{y_i}{l} \quad \text{và} \quad \eta = \frac{x_i}{l} ;$$

y_i, x_i là tọa độ đặt lực F_d tính từ gốc tọa độ (xem Hình 3):

B là độ cứng tiết diện tấm mặt đường (kN.m²/m), trên đơn vị chiều rộng tiết diện và được xác định theo Điều 9.2.3.3.

CHÚ THÍCH: Đối với càng nhiều bánh trong tính toán cần tìm một bánh trong số các bánh trong càng mà dưới vệt của nó xuất hiện momen uốn lớn nhất.



F_1 Tải trọng tính toán trên bánh xe chính.

F_2, F_3, F_4 Tải trọng của các bánh xe còn lại.

Hình 3 - Sơ đồ tính toán cang máy bay

9.2.3.3 Độ cứng tiết diện của tám mặt đường B được xác định trên một đơn vị chiều rộng tiết diện theo các công thức sau:

- Đối với tiết diện tám bê tông, bê tông lưới thép và bê tông cốt thép ứng suất trước:

$$B=0,085E_b t^3 ; \quad (27)$$

- Đối với tiết diện tám bê tông cốt thép không có ứng suất trước:

$$B = \frac{E_s A_s}{\Psi_b} \left(h_0 - \frac{x}{3} \right) (h_0 - x) \quad (28)$$

trong đó:

E_s là mô đun đàn hồi cốt thép (MPa);

E_b là mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông (MPa), lấy theo Bảng F.1;

A_s là diện tích tiết diện cốt thép chịu kéo trên đơn vị chiều rộng tiết diện tám (m^2/m);

Ψ_b là hệ số tính đến sự làm việc của bê tông giữa các vết nứt của vùng chịu kéo và lấy bằng 0,2 khi tính theo cường độ, lấy bằng 1 khi tính theo mở rộng vết nứt;

h_0 là chiều cao làm việc của tiết diện (m);

$$h_0 = t - t_p - d/2 \quad (29)$$

t là chiều dày tám (m);

x là chiều cao vùng chịu nén của bê tông ở tiết diện tính (m);

d là đường kính cốt thép (m);

$$x = \left(-\theta_0 + \sqrt{\theta_0^2 + 2\theta} \right) h_0;$$

$$\theta_0 = \frac{E_s}{E_b} \frac{\Psi_c}{\Psi_b} \mu;$$
(30)

ψ_c là hệ số tính đến sự phân bố không đều biến dạng vùng nén của tiết diện, phụ thuộc vào tỷ lệ khoảng cách đặt cốt thép l_s và chiều dày tấm t .

Đối với tiết diện cốt thép không ứng suất trước ở tấm bê tông ứng suất trước thì hệ số Ψ_c lấy bằng 0,6;

Bảng 18 – Hệ số Ψ_c

$\frac{l_s}{t}$	0,5	0,75	1	1,25	1,5 và lớn hơn
Ψ_c	0,79	0,67	0,59	0,53	0,48

μ là hệ số đặt cốt thép:

$$\mu = \frac{A_s}{h_0}.$$

t_{pr} là chiều dày lớp bảo vệ (m).

9.2.3.4 Momen uốn giới hạn m_u , (kN.m/m), trên đơn vị chiều rộng tiết diện xác định theo công thức:

- Đối với mặt đường bê tông và bê tông lưới thép:

$$m_u = \gamma_c R_{btb} \frac{t^2}{6} k_u$$
(31)

- Đối với mặt đường bê tông cốt thép không có ứng suất trước:

$$m_u = \gamma_c A_s R_s (h_0 - x/3);$$
(32)

- Đối với mặt đường bê tông cốt thép ứng suất trước:

$$m_u = \gamma_c (R_{btb,ser} (t^2/6) k_u + m_r).$$
(33)

trong đó:

γ_c là hệ số điều kiện làm việc của mặt đường, lấy theo Bảng 17;

R_{btb} , $R_{btb,ser}$ là cường độ tính toán của bê tông chịu kéo khi uốn (MPa), lấy theo Bảng F.1;

R_s là cường độ tính toán của cốt thép chịu kéo (MPa);

k_u là hệ số tính đến số lần trùng phục tải trọng của máy bay trong thời gian sử dụng mặt đường, xác định theo biểu đồ Hình G.3. Thời gian thiết kế sử dụng mặt đường cứng trong tính toán lấy bằng 20 năm.

m_r là momen (MN.m/m), của tổng hợp lực N_F ở cốt thép dự ứng lực phía dưới và phía trên, trên đơn vị chiều rộng tiết diện, so với trục xuyên qua điểm lõi, cách xa nhất vùng tiết diện tạo vết nứt; m_r xác định theo các phương pháp tính kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước [14].

9.2.3.5 Số lần tính toán trùng phục tải trọng U xác định theo công thức:

$$U = \sum_{i=1}^{n_j} U_{ei} \quad (34)$$

trong đó:

U_{ei} là số lần tương đương trùng phục tải trọng càng của máy bay i , quy đổi về số lần trùng phục tải trọng của càng máy bay tính toán, xác định theo biểu đồ Hình G.4;

$$U_{ei} = f(U_i; (m_{ci}/m_{cd})); \quad (35)$$

n_j là số loại máy bay được tính;

m_{ci} ; m_{cd} là momen tương ứng tải trọng máy bay i và máy bay tính toán, xác định theo Điều 9.2.3.2;

$U_i = n_a N_i$ là số lần trùng phục tải trọng của càng máy bay i ;

n_a là số lượng trục trên càng chính máy bay;

N_i là số lần cất cánh máy bay trong thời gian khai thác mặt đường;

Cho phép xác định số lần tính toán trùng phục tải trọng theo công thức:

$$U = \sum_{i=1}^{n_j} k_n n_a N_i \quad (36)$$

Trong đó k_n là hệ số, lấy theo biểu đồ G.5, phụ thuộc vào tỷ số tải trọng tính toán trên bánh F_{di} của máy bay i và tải trọng tính toán lớn nhất trên bánh F_{max} . Trị số F_{di} và F_{max} tính theo 9.2.3.2 như tính F_d .

9.2.3.6 Khi tính toán mặt đường bê tông cốt thép không có ứng suất trước khi mở rộng vết nứt theo điều kiện sau:

$$a_{crc} \leq 0,3 \quad (37)$$

trong đó:

a_{crc} là chiều rộng vết nứt ở tiết diện tính toán của tấm (mm), xác định theo Điều 9.2.3.7.

9.2.3.7 Chiều rộng vết nứt a_{cr} (mm) ở tiết diện tính toán của tấm với cốt thép không ứng suất trước, xác định theo công thức:

$$a_{cr} = 1000(\sigma_s/E_s).a_c \quad (38)$$

trong đó:

σ_s là trị số ứng suất trong cốt thép chịu kéo (MPa):

$$\sigma_s = \frac{m_d}{A_s \left(h_0 - \frac{x}{3} \right)}; \quad (39)$$

a_c là khoảng cách giữa các vết nứt (m):

$$a_c = k_c (A_s/U_s)(E_s/E_b). \eta_1; \quad (40)$$

U_s là chu vi tiết diện cốt thép trên một đơn vị chiều rộng tiết diện tấm (m);

$$k_c = \frac{t^2 E_b}{3,5 A_s \left(h_0 - \frac{x}{3} \right) E_s} - 2. \quad (41)$$

η_1 là hệ số lấy bằng 0,7 cho cốt thép vắn; bằng 1,25 lưới hàn từ thép kéo nguội.

9.2.3.8 Tính toán chiều dày móng nhân tạo theo Phụ lục D, nếu lớp móng không gia cố và Phụ lục H nếu lớp móng gia cố chất dính kết.

9.3 Thiết kế mặt đường hai lớp và tăng cường mặt đường cứng cũ

9.3.1 Đánh giá chất lượng mặt đường cũ và các thông số tính toán

Cải tạo mặt đường cứng cũng có hai cấp độ tương tự như cải tạo mặt đường mềm đã trình bày.

9.3.1.1 Đánh giá chất lượng mặt đường cũ khi sửa chữa sân bay dựa trên cơ sở cấp hạng sân bay và cấp tải trọng tiêu chuẩn, cũng như phụ thuộc vào tình trạng mặt đường hiện hữu, nền móng thiên nhiên và nhân tạo và hệ thống thoát nước, điều kiện địa chất thủy văn tại chỗ, tính chất vật liệu của mặt đường hiện hữu và móng đường, cao độ của mặt đường so với cao độ xung quanh.

9.3.1.2 Cấp hạng hư hỏng mặt đường cứng hiện hữu xác định tương ứng theo Bảng 19.

9.3.1.3 Phương án thiết kế tăng cường mặt đường phải xem xét việc xử lý móng và khôi phục mặt đường bị hư hỏng, trong đó có việc làm phẳng mặt đường hiện hữu do mặt bị bóc, nứt, vỡ sâu trên 2 cm, cũng như khôi phục lại và phát triển mạng lưới thoát nước, trong trường hợp thiếu hệ thống đó thì cần phải xây dựng lại.

Bảng 19 – Phân cấp hư hỏng mặt đường cứng

Cấp hạng hư hỏng của tấm ở mặt đường cứng hiện hữu	Số lượng tấm, % có tình trạng			
	Bị bóc, tróc vơi độ sâu lớn hơn 1 cm	Vỡ mép dọc theo các khe	Nứt xuyên (dọc hoặc ngang)	Vỡ góc, nứt xuyên dọc hoặc ngang
I	Nhỏ hơn 10	---	---	---
II	Từ 10 đến 30	Nhỏ hơn 30	Nhỏ hơn 20	---
III	Lớn hơn 30	30 và lớn hơn	Từ 20 đến 30	Nhỏ hơn 20
IV	Không tiêu chuẩn		Lớn hơn 30	20 và lớn hơn

CHÚ THÍCH 1: Cấp hạng hư hỏng dựa trên dấu hiệu mức độ hư hỏng cao nhất.

CHÚ THÍCH 2: Nứt xuyên được tính đến nếu khoảng cách trung bình giữa các vết nứt nhỏ hơn 5 m.

CHÚ THÍCH 3: Khi xác định tỉ lệ tấm bị hư hỏng cần chú ý: đối với đường CHC dài giữa, chiều rộng bằng 1/2 đường CHC trên toàn bộ chiều dài. Đối với ĐL và những thành phần khác của mặt đường - những tấm chịu tải trọng của cang chính máy bay; đối với SĐ máy bay và chỗ đỗ máy bay – toàn bộ diện tích sân.

9.3.2 Cơ sở thiết kế và các hệ số tính toán

9.3.2.1 Mặt đường bê tông và bê tông lưới thép đổ tại chỗ được tăng cường bằng bê tông, bê tông lưới thép, bê tông cốt thép đổ tại chỗ, tấm bê tông cốt thép lắp ghép ứng suất trước hoặc BTN.

Mặt đường bê tông cốt thép được tăng cường bằng bê tông cốt thép đổ tại chỗ hoặc BTN.

Mặt đường lắp ghép từ các tấm bê tông cốt thép ứng suất trước cần được tăng cường bằng các tấm bê tông cốt thép ứng suất trước lắp ghép hay BTN; Không cho phép tăng cường trên nó bằng bê tông đổ tại chỗ hoặc bê tông lưới thép.

Khi tăng cường mặt đường lắp ghép bằng các tấm lắp ghép, các khe của lớp tăng cường không nên trùng nhau mà phải lệch nhau theo chiều dọc không nhỏ hơn 0,5 m và theo chiều ngang -1 m.

Khi tăng cường mặt đường cứng xây dựng nơi có điều kiện địa chất thủy văn không thuận lợi, bằng bê tông đổ tại chỗ hoặc bê tông lưới thép thì kích thước tấm tăng cường lấy theo hướng dẫn Điều 9.1.3.4.

9.3.2.2 Khi tăng cường mặt đường cứng đổ tại chỗ bằng bê tông, bê tông lưới thép hay bê tông cốt thép cần thỏa mãn các yêu cầu đối với mặt đường hai lớp theo hướng dẫn Điều 9.1.2.7, 9.1.2.8, 9.1.3.4, 9.1.3.6, 9.1.3.7. Khi số lượng các lớp lớn hơn hai thì lớp dưới xem như lớp nằm trực tiếp dưới lớp trên, còn các lớp còn lại được xem như móng nhân tạo.

Khi tăng cường mặt đường cứng bằng các tấm bê tông cốt thép ứng suất trước lắp ghép thì giữa mặt đường hiện hữu, và các tấm lắp ghép, không phụ thuộc vào độ bằng phẳng của mặt đường hiện hữu, cần xem xét việc rải một lớp làm phẳng mặt bằng vữa cát xi măng chiều dày trung bình không nhỏ hơn 3 cm, trong trường hợp này không rải lớp cách ly.

9.3.2.3 Chiều dày tối thiểu của lớp BTN tăng cường mặt đường cứng sân bay trong điều kiện nhiệt độ của Việt Nam lấy theo Bảng 20.

Khi tăng cường mặt đường cứng cần phải sử dụng hỗn hợp BTN chặt ở tất cả các lớp.

Bảng 20 – Chiều dày tối thiểu của các lớp bê tông nhựa

Chiều dày tối thiểu của các lớp BTN tăng cường mặt đường cứng ở các khu vực sân bay					
cm					
Đường CHC, đường lăn chính			Các khu vực còn lại		
Cho các cấp tải trọng tiêu chuẩn					
Ngoại hạng, cấp I, II	III, IV	V, VI	Ngoại hạng, cấp I, II	III, IV	V, VI
15	12	12	15	12	12

9.3.2.4 Tăng cường mặt đường mềm có thể dùng mặt đường mềm và mặt đường cứng tất cả các loại.

Tăng cường mặt đường mềm bằng mặt đường cứng cần rải lớp cách ly, trong trường hợp cần thiết làm lớp tạo phẳng, tương ứng theo hướng dẫn ở Điều 9.3.1.3.

9.3.2.5 Làm cốt cho lớp BTN tăng cường bằng lưới polime hoặc sợi thủy tinh (sản xuất riêng cho mục đích này) được đặt ở bên dưới lớp trên của BTN. Loại này được sử dụng cho các khu vực có nhiều vết nứt suốt.

Khi tăng cường mặt đường cứng bằng BTN không phụ thuộc vào trạng thái của chúng nên xem xét làm cốt bằng lưới cho lớp tăng cường:

- Ở những nơi thường xuyên kiểm tra và thử động cơ máy bay;
- Ở những khu vực đường lăn giáp với đường CHC;
- Trên toàn bộ chiều rộng khu vực đầu đường CHC với chiều dài 150 m;
- Trên toàn bộ chiều rộng chỗ đỗ tập thể dọc đường đi của càn chính và động cơ máy bay, trong đó gồm vùng tác động luồng khí phụt.

9.3.2.6 Phương án thiết kế tăng cường mặt đường cứng hiện hữu bằng BTN nên xem xét các biện pháp (làm cốt, cắt khe biến dạng) để giảm khả năng tạo vết nứt ở lớp tăng cường.

9.3.3 Nguyên tắc tính toán mặt đường cứng hai lớp và kết cấu tăng cường

9.3.3.1 Trình tự tính toán mặt đường cứng hai lớp tương tự như mặt đường cứng một lớp tại Điều 9.2.3.

9.3.3.2 Khi tính toán mặt đường cứng hai lớp cần thỏa mãn điều kiện công thức (18) cho tám lớp trên

và tấm lớp dưới.

Momen uốn giới hạn m_u xác định theo công thức (31), trong đó momen uốn ở tấm lớp dưới tính theo công thức đó cần phải nhân với hệ số tra bảng k_m , xác định theo biểu đồ Hình G.6.

Momen uốn tính toán ở tấm lớp trên và lớp dưới của mặt đường hai lớp $m_{d,sup (inf)}$ (kN.m/m) trên đơn vị chiều rộng tiết diện tấm xác định theo công thức:

Ở tấm lớp trên của mặt đường trùng khe:

$$m_{d,sup} = \frac{k' m_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}; \quad (42)$$

Ở tấm lớp dưới của mặt đường trùng khe:

$$m_{d,inf} = k' . m_{c,max} - m_{d,sup}; \quad (43)$$

Ở tấm lớp trên của mặt đường không trùng khe:

$$m_{d,sup} = \frac{k_1 m_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}; \quad (44)$$

Ở tấm lớp dưới của mặt đường không trùng khe:

$$m_{d,inf} = \frac{m_{c,max}}{1 + \frac{B_{sup}}{B_{inf}}}. \quad (45)$$

trong đó:

$m_{c,max}$ là momen uốn tối đa (kN.m/m) khi đặt tải trọng ở tâm của tấm một lớp với độ cứng $B_{inf} + B_{sup}$ tính theo Điều 9.2.3.2;

B_{sup}, B_{inf} là độ cứng của tấm tương ứng lớp trên và lớp dưới tính theo Điều 9.2.3.3;

k' là hệ số lấy bằng 1,5 khi không có liên kết truyền lực cả lớp trên và lớp dưới; lấy 1,4 khi có liên kết truyền lực chỉ ở lớp dưới; lấy 1,2 khi có liên kết truyền lực ở cả lớp trên và lớp dưới hoặc chỉ ở lớp trên, nhưng với các thông số lấy theo chiều dày mặt đường được tính với độ cứng tổng cộng các lớp;

k_1 là hệ số có tính đến tập trung momen uốn ở lớp trên mặt đường hai lớp nơi góc và cạnh tấm lớp dưới, lấy theo Bảng 21.

Khi tăng cường mặt đường bê tông xi măng hoặc bê tông xi măng lưới thép bằng BTXM hoặc BTXMLT cần tuân theo các điều kiện trong 9.3.3.2 theo tính toán mặt đường hai lớp không trùng khe.

Bảng 21 - Hệ số k_1

$\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$	k_1	$\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$	k_1
0	1,2	4	2,00
0,15	1,04	5	2,25
1	1,25	6	2,50
2	1,50	7	2,75
3	1,75	8	3,00

Khi xác định độ cứng và momen uốn của lớp BTXM và BTXMLT tăng cường mặt đường, chiều dày mặt đường hiện hữu tính toán t_{pd} được lấy phụ thuộc vào cấp hư hỏng thiết lập trong Bảng 19 và chiều dày mặt đường hiện hữu t_{ex} với cấp hư hỏng:

I	$t_{pd} = t_{ex}$
II	$t_{pd} = 0,9t_{ex}$
III	$t_{pd} = 0,8t_{ex}$

Mặt đường cứng hiện hữu có cấp hư hỏng IV trong tính toán được coi là móng nhân tạo với hệ số nền $K_s = 600 \text{ MPa/m}^3$.

9.3.3.3 Chiều dày lớp BTN t_{ab} cần thiết để tăng cường mặt đường cứng hiện hữu được tính theo công

$$\text{thức: } t_{ab} = \sqrt[3]{\frac{E_b}{E_{ab}} (t_{en} - t_{ed})} \geq t_{ab, \min} \quad (46)$$

Trong đó: t_{en} là chiều dày mặt đường BTXM một lớp (m) yêu cầu đối với tải trọng tính toán đã cho;
 t_{ed} là chiều dày mặt đường BTXM tương đương về khả năng chịu tải của mặt đường hiện hữu, được lấy đối với:

BTXM: $t_{ed} = t_{pd}$;

BTXMLT: $t_{ed} = 1,1t_{pd}$;

Bê tông cốt thép, khi tỷ lệ phần trăm cốt thép là:

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

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

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

0,40 $t_{ed} = 1,41t_{pd}$.

$t_{ab, \min}$ là chiều dày tối thiểu của lớp BTN tăng cường lấy theo Điều 9.3.2.3;

E_b , E_{ab} là mô đun đàn hồi của BTXM và BTN lấy theo Bảng F.1 và F.2.

9.3.3.4 Khi xác định chiều dày yêu cầu của mặt đường BTXM một lớp:

Tính chất vật liệu, loại khe co giãn và thanh truyền lực lấy giống như của mặt đường hiện hữu;

Giá trị hệ số động k_d được giảm đi 15% so với số liệu lấy từ Bảng 3 nhưng không nhỏ hơn 1;

Hệ số làm việc γ_c được thiết lập có tính đến hệ số điều chỉnh k_m xác định theo Hình G.6.

Phụ lục A

(Quy định)

Khu vực khí hậu đường phục vụ thiết kế mặt đường sân bay

Trong thiết kế mặt đường sân bay, phân loại khu vực khí hậu đường như sau:

Khu vực I. Khu vực có nguồn ẩm thừa do mưa nhiều, nước mặt bốc hơi kém, mực nước ngầm cao. Lượng nước ngấm xuống đất nhiều hơn lượng nước bốc hơi trong cùng thời kỳ từ 1,5 đến 2 lần. Đặc trưng cho khu vực này là vùng đồng bằng ven biển và các khu vực tương tự.

Khu vực II. Bao gồm những miền ẩm thừa thay đổi theo mùa, lượng nước ngấm vào đất và bốc hơi tương đương nhau. Đặc trưng cho khu vực này là các vùng cao của đồng bằng trung du, đất bị ảnh hưởng của độ ẩm và các khu vực tương tự.

Khu vực III. Khu vực thiếu ẩm, độ ẩm bề mặt đất phía trên thấp vì lượng nước bốc hơi cao hơn lượng nước mưa tới hai lần, nước ngấm ở khá sâu không ảnh hưởng đến lớp chịu lực của mặt đường. Đặc trưng cho khu vực này là trung du đồi núi, đất không bị ảnh hưởng của độ ẩm và các khu vực tương tự.

Phụ lục B
(Quy định)
Phân loại đất

Bảng B.1: Phân loại đất theo Hàm lượng hạt của đất và Chỉ số dẻo I_p

Đất	Các dạng đất	Hàm lượng hạt của đất kích thước từ 0,05 mm đến 2 mm, phần trăm trọng lượng đất khô %	Chỉ số dẻo I_p %
Á cát	Hạt thô	Lớn hơn 50 ^a	$I_p \leq 7$
	Hạt nhỏ	Lớn hơn 50	
	Hạt mịn	Từ 20 đến 50	
	Hạt bụi	Nhỏ hơn 20	
Á sét	Nhẹ	Lớn hơn 40	$7 < I_p \leq 12$
	Bụi nhẹ	40 và nhỏ hơn	
	Nặng	Lớn hơn 40	$12 < I_p \leq 17$
	Bụi nặng	40 và nhỏ hơn	
Sét	Hạt cát	Lớn hơn 40	$17 < I_p \leq 27$
	Hạt bụi	Nhỏ hơn hạt kích thước từ 0,05 mm đến 0,005 mm	
	Béo	Không tiêu chuẩn	$I_p > 27$

^a Đối với á cát hạt thô tính cho thành phần hạt kích thước từ 0,25 mm đến 2 mm.

Phụ lục C

(Quy định)

Các chỉ tiêu tính toán của đất

Bảng C.1: Hệ số nền tính toán K_s và Mô đun đàn hồi E của đất

Đất nền thiên nhiên	Hệ số nền tính toán K_s đối với khu vực khí hậu đường MN/m ³			Mô đun đàn hồi E đối với khu vực khí hậu đường MPa		
	I	II	III	I	II	III
Cát lẫn sỏi, cát hạt to	160	160	170	130	130	130
Cát hạt trung bình	130	140	150	120	120	120
Cát hạt nhỏ	80	80	90	100	100	100
Cát hạt bụi	60	80	100	50	50	50
Á cát	60	80	100	39	42	45
Sét, á sét	50	70	80	28	34	42
Á cát và á sét hạt bụi	40	50	70	24	28	34

CHÚ THÍCH 1: Để chuyển đổi sang kg/cm^3 , hệ số nền tính toán đưa ra trong bảng được giảm đi 10 lần, còn để chuyển đổi sang kg/cm^2 , mô đun đàn hồi được tăng lên 10 lần.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị hệ số nền và mô đun đàn hồi trong bảng tương ứng với độ chặt tự nhiên và hệ số rỗng e bằng 0,5 đến 0,8. Khi $e > 0,8$, giá trị các hệ số được giảm đi 35%.

Phụ lục D

(Tham khảo)

Xác định hệ số nền tương đương

Phụ lục này dùng để tính toán các lớp nền thiên nhiên, cũng như nền nhân tạo từ vật liệu mà cường độ tính toán theo kéo uốn không đưa vào tiêu chuẩn.

D.1 Đối với các lớp móng mặt đường cứng ở giới hạn chiều dày chịu nén H_c hệ số nền tương đương K_{se} (MN/m^3) xác định theo công thức:

$$K_{se} = \frac{K_{s1} + K_{s2}\alpha_2 + K_{s3}\alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3}; \quad (\text{D.1})$$

trong đó:

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

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

K_{s1}, K_{s2}, K_{s3} là trị số hệ số nền tính toán (MN/m^3), tương ứng với các lớp (tính từ trên) một, hai, ba của nền tự nhiên hay móng nhân tạo từ đất đồng nhất và vật liệu ở trạng thái khác nhau trong đó gồm các lớp thấm lấy theo Phụ lục C và F (Bảng F.6);

t_1, t_2 là chiều dày tương ứng các lớp một và hai của nền (móng) (m);

D_r là đường kính quy ước truyền tải trọng trên móng (m), lấy bằng:

- Đối với mặt đường bê tông đổ tại chỗ tính cho cấp tải trọng:

- Ngoại hạng và cấp I: 3,6 m.

- Cấp II: 3,2 m.

- Cấp III: 2,9 m.

- Cấp IV: 2,4 m.

- Cấp V và cấp VI: 2,2 m.

- Đối với mặt đường lắp ghép dày 14 cm: 1,40 m.

dày 18 cm: 1,75 m.

Đối với kết cấu gồm một lớp móng và một lớp nền, trị số t_2 và α_2 lấy bằng không.

D.2 Nếu kết cấu móng và nền lớn hơn 3 lớp, kết cấu đưa về 3 lớp, bằng cách hợp nhất các lớp mỏng nhất lại và khi tính hệ số nền tương đương sử dụng các chỉ số (chiều dày t_{red} và trị số nền tính đổi K_{sr}) lớp hợp nhất, xác định theo công thức:

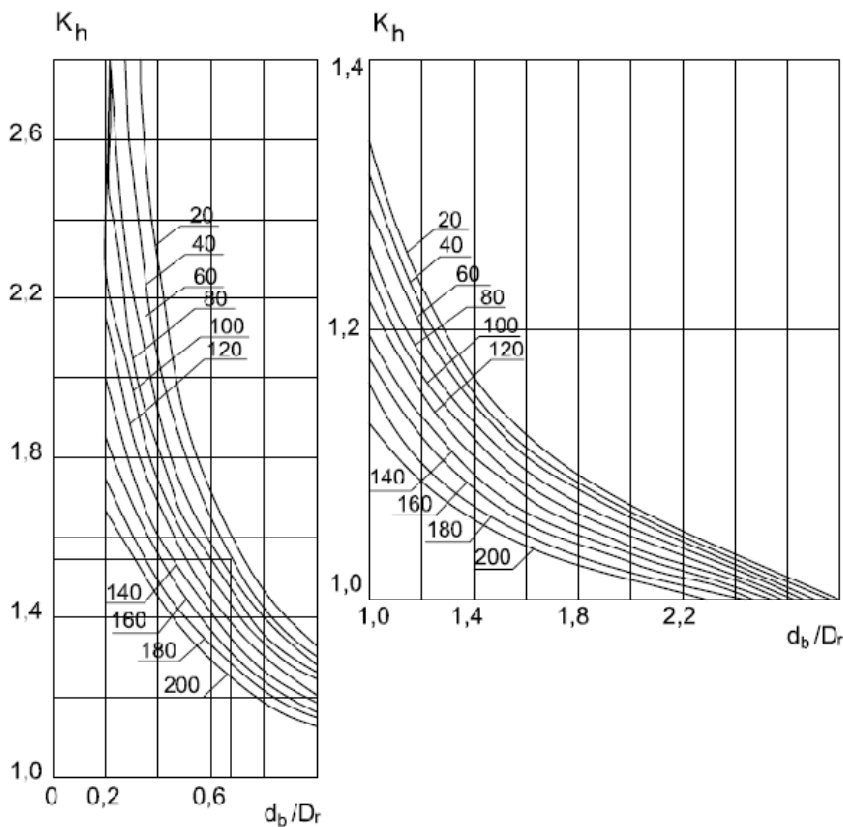
$$t_{red} = \sum_{i=1}^n t_i; \tag{D.2}$$

$$K_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{si} t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}; \tag{D.3}$$

trong đó:

t_i, K_{si} - Tương ứng chiều dày (m), và hệ số nền (MN/m^3), từ các lớp hợp nhất (xem Bảng F.6, Phụ lục F.6).

D.3 Khi sử dụng ở móng (trong giới hạn lớp chịu nén) lớp đất không đầm nén với hệ số độ rỗng $e > 0,8$, hệ số nền tính theo Phụ lục C (có tính đến CHÚ THÍCH 2).



Hình D-1 Biểu đồ xác định hệ số K_h lớp cứng. Số trên đường cong là hệ số nền lớp móng K_{sr} (MN/m^3), nằm trên lớp cứng

D.4 Hệ số nền tương đương K_{se} của móng cứng (đá phiến) xác định theo công thức:

$$K_{se} = K_{sr} \cdot K_h \tag{D.4}$$

K_{st} là hệ số nền tính đối của các lớp móng thiên nhiên và nhân tạo trên lớp cứng (MN/m^3), lấy theo công thức (D.3).

K_h là hệ số ảnh hưởng đến lớp cứng lấy theo biểu đồ phụ thuộc vào chiều sâu tương đối d_B/D_r từ dưới mặt đường và hệ số nền K_{st} ;

d_B là chiều sâu lớp đất cứng (m).

Phụ lục E

(Quy định)

Xác định ứng suất nén trong đất do tải trọng khai thác và tải trọng bản thân kết cấu

E.1 Ứng suất nén trong đất do trọng lượng bản thân của đất và mặt đường sân bay σ_{zq} (kPa), xác định theo công thức:

$$\sigma_{zq} = \sum t_{ci} \rho_{di} g + a_z \rho_{do} g \quad (\text{E.1})$$

trong đó:

t_{ci} là chiều dày lớp kết cấu (m);

ρ_{di} là dung trọng vật liệu lớp cấu tạo (t/m^3);

a_z là khoảng cách từ mặt nền đến điểm xác định ứng suất trong nền đất (m);

$g=9,81 \text{ m/s}^2$ là gia tốc trọng trường;

ρ_{do} - Dung trọng của đất (t/m^3).

E.2 Ứng suất nén trong đất do tải trọng khai thác σ_{zp} , kPa, xác định theo công thức:

$$\sigma_{zp} = k_z p_k \quad (\text{E.2})$$

trong đó:

p_k là trị số tối đa áp lực trên mặt nền đất (kPa).

E.3 Giá trị tối đa áp lực p_k (kPa) đối với mặt đường cứng xác định theo công thức:

- Đối với cang một bánh:

$$p_k = 0,12 \frac{F_d \cdot k_p}{l^2} \quad (\text{E.3})$$

- Đối với cang nhiều bánh:

$$p_k = 0,0081 \frac{F_d}{l^2} \sum_1^{n_k} \left(4 - \frac{a_i}{l} \right)^2 k_p, \quad (\text{E.4})$$

trong đó:

F_d là tải trọng tính toán, (kN), xác định theo công thức (23);

l là đặc trưng đàn hồi của tấm mặt đường, lấy bằng 1,0 m, khi tính toán mặt đường cứng đổ tại chỗ và 0,5 m khi tính toán mặt đường lắp ghép;

a_i là khoảng cách từ trọng tâm diện tích tiếp xúc tất cả các bánh của cang máy bay đến trung tâm diện tích tiếp xúc bánh máy bay i (m);

TCVN 10907 : 2015

n_k là số lượng bánh ở càng chính;

k_p là hệ số, giá trị của nó bằng:

5,0 - đối với càng 1 bánh;

3,5 - đối với càng 2 bánh;

2,0 - đối với càng 4 bánh và nhiều hơn.

k_z là hệ số phụ thuộc vào tỷ số ứng suất trong đất ở điểm xem xét và áp lực trên mặt nền.

E.4 Giá trị tối đa áp lực p_k (kPa), đối với mặt đường mềm xác định theo công thức:

$$p_k = k_p \bar{p}_k p_a \quad (\text{E.5})$$

trong đó:

p_a là áp suất bánh hơi (kPa);

k_p - xem Điều E.3;

\bar{p}_k là áp lực đơn vị trên mặt nền đất, xác định theo biểu đồ Hình E.1 phụ thuộc vào các tỷ số

$$\frac{E_{mt}}{E} \quad \text{và} \quad \frac{t_{tot}}{D_e};$$

E là mô đun đàn hồi của nền đất (MPa);

E_{mt} là mô đun đàn hồi trung bình kết cấu mềm (MPa);

t_{tot} là tổng chiều dày kết cấu mềm (m);

D_e là đường kính (m) diện tích tiếp xúc một bánh máy bay do tải trọng tương đương, gây ra.

E.5 Giá trị hệ số k_z xác định theo Bảng E.1, phụ thuộc vào tỷ số khoảng cách tương đương a_e từ điểm xem xét đến đáy tấm và đường kính quy ước diện tích truyền tải từ tấm đến móng D_r đối với mặt đường cứng và tỷ số biểu thức $\frac{a_z}{D_r}$ đối với mặt đường mềm.

E.6 Khoảng cách tương đương a_e (m), xác định theo công thức:

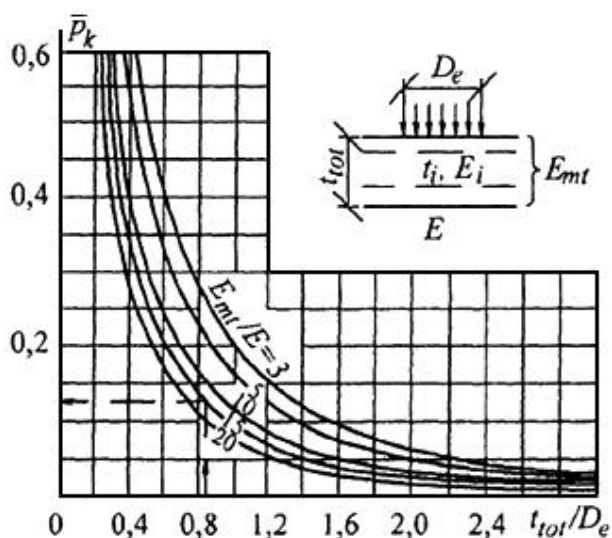
$$a_e = a_z + \sum t_i k_{oi} \quad (\text{E.6})$$

trong đó:

a_z - xem Điều E.1;

t_i là chiều dày lớp kết cấu i móng nhân tạo (m);

k_{oi} là hệ số xác định theo Bảng E.2;

Hình E.1 - Biểu đồ xác định áp lực đơn vị p_k trên mặt nền đất mặt đường mềmBảng E.1: Xác định giá trị hệ số k_z

$\frac{a_e}{D_r}$ hay $\frac{a_z}{D_r}$	k_z	$\frac{a_e}{D_r}$ hay $\frac{a_z}{D_r}$	k_z
0	1,000	1,8	0,106
0,2	0,949	2,0	0,087
0,4	0,756	2,2	0,073
0,6	0,547	2,4	0,062
0,8	0,390	2,6	0,053
1,0	0,284	3,2	0,036
1,2	0,213	3,8	0,025
1,4	0,165	4,4	0,019
1,6	0,130	5,0	0,015

Bảng E.2: Hệ số k_{oi} của vật liệu cấu tạo móng nhân tạo mặt đường cứng

Vật liệu cấu tạo móng nhân tạo mặt đường cứng	Hệ số k_{oi}
Cát	1,5
Hỗn hợp đất, đá dăm, sỏi không gia cố vật liệu kết dính	2,5
Như trên, gia cố chất kết dính hữu cơ; đá dăm rải theo phương pháp chèn	3,5
Xi măng cát, xi măng đất; đất gia cố tro bay	6,0

E.7 Đường kính quy ước diện tích truyền tải trọng từ tấm mặt đường trên móng nhân tạo của mặt đường cứng và mặt đường mềm D_r (m) xác định theo công thức:

$$D_r = 1,13 \sqrt{\frac{F_d}{p_k}}, \quad (\text{E.7})$$

trong đó:

F_d là tải trọng tính toán trên càng máy bay (kN).

Phụ lục F

(Quy định)

Đặc tính vật liệu cấu tạo mặt đường sân bay

Bảng F.1 Đặc tính vật liệu BTXM

Cấp bê tông theo cường độ kéo khi uốn B_{btb}	Cường độ tính toán kéo khi uốn khi tính toán MPa (kG/cm ²)		Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông E_b MPa (kG/cm ²)	
	theo cường độ R_{btb}	theo hình thành vết nứt $R_{btb, ser}$	nặng	hạt mịn (cát)
	2,8 / 35	2,26 (23)	-	$2,60 \cdot 10^4 (2,65 \cdot 10^5)$
3,2 / 40	2,75 (28)	-	$2,84 \cdot 10^4 (2,90 \cdot 10^5)$	$2,31 \cdot 10^4 (2,35 \cdot 10^5)$
3,6 / 45	3,04 (31)	3,60 (37,5)	$3,04 \cdot 10^4 (3,10 \cdot 10^5)$	$2,45 \cdot 10^4 (2,50 \cdot 10^5)$
4,0 / 50	3,43 (35)	4,00 (41,5)	$3,24 \cdot 10^4 (3,30 \cdot 10^5)$	$2,60 \cdot 10^4 (2,65 \cdot 10^5)$
4,4 / 55	3,73 (38)	4,40 (45,0)	$3,53 \cdot 10^4 (3,60 \cdot 10^5)$	-
4,8 / 60	4,10 (42)	4,80 (50,0)	$3,53 \cdot 10^4 (3,60 \cdot 10^5)$	-
5,2 / 65	4,40 (45)	5,20 (54,0)	$3,73 \cdot 10^4 (3,80 \cdot 10^5)$	-
5,6 / 70	4,80 (49)	5,60 (58,0)	$3,73 \cdot 10^4 (3,80 \cdot 10^5)$	-
6,0 / 75	5,10 (52)	6,00 (62,0)	$3,82 \cdot 10^4 (3,90 \cdot 10^5)$	-
6,4 / 80	5,50 (56)	6,40 (66,0)	$3,82 \cdot 10^4 (3,90 \cdot 10^5)$	-

CHÚ THÍCH 1: Trước vạch là cấp bê tông theo cường độ kéo khi uốn B_{btb} , sau vạch tương ứng khi hệ số biến đổi cường độ 0,135 của mác bê tông theo cường độ kéo khi uốn P_u .

CHÚ THÍCH 2: Cấp bê tông nói lên cường độ được bảo đảm của bê tông khi kéo uốn với hệ số 0,95.

CHÚ THÍCH 3: Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông hạt mịn lấy đối với bê tông đông cứng tự nhiên, sản xuất từ cát có mô đun độ lớn hơn 2,0; đối với bê tông được đông cứng tự nhiên, sản xuất từ cát có mô đun độ lớn nhỏ hơn 2,0 thì trị số trong bảng nhân với 0,9.

Bảng F.2: Đặc tính vật liệu BTN

Hỗn hợp BTN đối với mặt đường mềm	Cường độ kéo khi uốn R_d khi nhiệt độ tính toán BTN ($^{\circ}\text{C}$)			Mô đun đàn hồi E_{ab} khi nhiệt độ tính toán BTN ($^{\circ}\text{C}$)		
	MPa			MPa		
	10	20	30	10	20	30
Mác BTN chặt						
I	2,8/2,4	2,4/2,1	2,1/1,8	$15 \cdot 10^2$	$10 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2$
II	2,2/1,9	2,0/1,7	1,7/1,4	$12 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$
III	2,1/1,8	1,9/1,6	1,6/1,3	$9 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$
BTN rỗng	1,7/1,4	1,5/1,3	1,3/1,1	$9 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$

CHÚ THÍCH 1: Để chuyển sang kg/cm^2 , trị số cường độ kéo khi uốn và mô đun đàn hồi nhân với 10.

CHÚ THÍCH 2: Trước vạch là trị số cường độ BTN kéo khi uốn đối với số lần tải trọng trùng phục trong ngày đêm trung bình của càng tính toán trên một vết 50 lần, sau vạch lớn hơn 50 lần.

CHÚ THÍCH 3: Với nhiệt độ tính toán của BTN phải hiểu là nhiệt độ tối đa của mặt đường trong thời kỳ năm, khi khả năng chịu lực của nền đất tối thiểu. Khi không có các số liệu về nhiệt độ của mặt đường cho phép lấy 30°C là nhiệt độ tính toán của BTN.

CHÚ THÍCH 4: Mac BTN chặt được phân loại tùy theo cường độ chịu nén của mẫu nén hình trụ (đường kính 50,5 mm, chiều cao $50,5 \pm 1$ mm hoặc đường kính 71,5 mm, chiều cao $71,5 \pm 1,5$ mm) ở nhiệt độ 20°C , loại I không nhỏ hơn 2,5 MPa, loại II – 2,2 MPa, loại III – 2,0 MPa. BTN chặt loại I dùng cho tải trọng ngoại hạng, I, II, III; loại II – tải trọng cấp IV; loại III – tải trọng cấp V cho đường CHC và đường lăn chính, các thành phần mặt đường còn lại của sân bay - cấp V và VI.

Bảng F.3: Đặc tính vật liệu BT làm móng nhân tạo mặt đường cứng

Dạng BT đối với móng nhân tạo mặt đường cứng	Cấp BT theo cường độ kéo uốn B_{btb}	Cường độ kéo uốn tính toán R_{btb} MPa	Mô đun đàn hồi E_b MPa
BT keramzit	1,6/20	1,2	$12 \cdot 10^3$
	2,0/25	1,5	$13 \cdot 10^3$
	2,4/30	1,8	$14 \cdot 10^3$
	2,8/35	2,1	$15 \cdot 10^3$
Hạt mịn (cát)	1,6/20	1,2	$14 \cdot 10^3$
	2,0/25	1,5	$17 \cdot 10^3$
	2,4/30	1,8	$20 \cdot 10^3$
BT xỉ	1,6/20	1,2	$9,5 \cdot 10^3$

CHÚ THÍCH 1: Trước vạch là cấp BT theo cường độ kéo uốn B_{btb} , sau vạch khi hệ số biến đổi cường độ 0,135 mac bê tông theo cường độ kéo uốn P_u .

CHÚ THÍCH 2: Xem CHÚ THÍCH 1, Bảng F.2.

Bảng F.4: Đặc tính vật liệu móng nhân tạo

Vật liệu cấu tạo móng nhân tạo	Cấp theo cường độ nén theo [15]	Cường độ kéo uốn tính toán R_{btb} MPa	Mô đun đàn hồi E khi tính toán mặt đường MPa	
			cứng	mềm
Xi măng cát và xi măng đất chế tạo từ hỗn hợp đất tối ưu	40	0,6	29.10^2	$4,6.10^2$
	60	0,8	40.10^2	$6,4.10^2$
	75	1,0	60.10^2	$9,6.10^2$
Xi măng đất từ đất á sét và á cát	40	0,6	15.10^2	$3,6.10^2$
	60	0,8	22.10^2	$5,3.10^2$
	75	1,0	37.10^2	$8,9.10^2$
Xi măng đất từ á cát bột và sét	40	0,6	14.10^2	$3,4.10^2$
	60	0,8	19.10^2	$4,6.10^2$

CHÚ THÍCH 1: Trị số mô đun đàn hồi và cường độ kéo uốn tính toán trong bảng đối với vật liệu trộn tại chỗ. Đối với vật liệu trộn bằng máy thì trị số R_{btb} và E tăng lên 30%.

CHÚ THÍCH 2: Xem chú thích 1, Bảng F.2.

Bảng F.5: Đặc tính vật liệu đất và hỗn hợp ở móng nhân tạo

Đất và hỗn hợp ở móng nhân tạo	Mô đun đàn hồi E khi tính toán mặt đường MPa	
	cứng	mềm
Đất sỏi cuội hạt lớn, cuội cát, hỗn hợp đất cuội và đất đá dăm có thành phần tối ưu, cát cuội hạt lớn và trung bình có gia cố: Tro bay hoặc than xỉ Như trên, cho thêm xi măng hoặc vôi Nhũ tương bi tum cho thêm xi măng	$36.10^2 / 24.10^2$	$6.10^2 / 4.10^2$
	$48.10^2 / 24.10^2$	$8.10^2 / 4.10^2$
	$48.10^2 / 36.10^2$	$8.10^2 / 6.10^2$
Đất sỏi cuội hạt lớn, cuội cát, hỗn hợp đất cuội và đất đá dăm có thành phần tối ưu, có gia cố: Tro bay hoặc than xỉ	$40.10^2 / 27.10^2$	$6,5.10^2 / 4,5.10^2$

Bảng F.5: Đặc tính vật liệu đất và hỗn hợp ở móng nhân tạo (kết thúc)

Như trên, cho thêm xi măng hoặc vôi	$48.10^2 / 24.10^2$	$8.10^2 / 4.10^2$
Nhũ tương bi tum cho thêm xi măng hoặc hắc ín	$48.10^2 / 24.10^2$	$8.10^2 / 4.10^2$
Cát và á cát với chỉ số dẻo nhỏ hơn 3, được gia cố:		
Tro bay hoặc than xỉ	$30.10^2 / 12.10^2$	$5.10^2 / 2,1.10^2$
Như trên, cho thêm xi măng hoặc vôi	$40.10^2 / 15.10^2$	$7.10^2 / 2,5.10^2$
Nhũ tương bitum cho thêm xi măng hoặc hắc ín	$40.10^2 / 24.10^2$	$7.10^2 / 4.10^2$
Á cát với chỉ số dẻo 3 và lớn hơn, được gia cố:		
Tro bay hoặc than xỉ	$30.10^2 / 12.10^2$	$5.10^2 / 2.10^2$
Như trên, cho thêm xi măng hoặc vôi	$40.10^2 / 12.10^2$	$7.10^2 / 2.10^2$
Nhũ tương bi tum cho thêm xi măng	$40.10^2 / 24.10^2$	$7.10^2 / 4.10^2$
Như trên	$48.10^2 / 24.10^2$	$8.10^2 / 4.10^2$
Á sét gia cố tro bay hoặc than xỉ cho thêm xi măng hoặc vôi	$24.10^2 / 6.10^2$	$4.10^2 / 1.10^2$
Đá dăm trộn bitum trộn trong máy trộn với giới hạn cường độ nén của đá gốc (MPa):		
Từ 100 đến 80	$45.10^2 / 36.10^2$	$7.10^2 / 6.10^2$
Nhỏ hơn 80 đến 60	$36.10^2 / 30.10^2$	$6.10^2 / 5.10^2$
Nhỏ hơn 60 đến 30	$30.10^2 / 18.10^2$	$5.10^2 / 3.10^2$
Đá dăm gia cố nhựa đường bằng phương pháp thấm nhập với chiều dày từ 6,5 cm đến 8 cm	$36. 10^2/30. 10^2$	$6.10^2/5.10^2$
BTN:		
Chặt	60.10^2	Xem Bảng F.2
Rỗng	36.10^2	Như trên

CHÚ THÍCH 1: Vật liệu sử dụng cho móng nhân tạo tính theo tải trọng tiêu chuẩn cấp V và VI, gia cố tro bay hoặc xi măng phụ thêm hoặc không, cần gia cố đạt giới hạn cường độ nén các mẫu no nước từ 2 Mpa đến 4 MPa, gia cố nhũ tương bitum có bổ sung thêm xi măng hoặc các loại nhựa đường - từ 1,5 MPa đến 2,5 MPa khi giới hạn cường độ kéo uốn không thấp hơn 0,6 MPa.

Vật liệu cấu tạo móng nhân tạo, tính cho tải trọng tiêu chuẩn cấp IV và lớn hơn, cần phải có giới hạn cường độ nén mẫu no nước không thấp hơn 4 MPa và 2,5 MPa tương ứng giới hạn cường độ kéo uốn mẫu no nước- không thấp hơn 1 MPa. Thí

nghiệm các mẫu vật liệu gia cố nhũ tương bi tum dẻo cần tiến hành ở nhiệt độ 20⁰C.

CHÚ THÍCH 2: Đặc trưng cường độ của BTN phải tương ứng với các tiêu chuẩn quốc gia.

CHÚ THÍCH 3: Trị số tối đa mô đun đàn hồi của đất sử dụng chế tạo hỗn hợp và trộn bằng máy và rải bằng máy rải hoặc chế tạo hỗn hợp bằng máy trộn đất lưu động. Trị số tối thiểu của mô đun đàn hồi được lấy khi thi công đất bằng máy trộn tại chỗ.

CHÚ THÍCH 4: Trị số tính toán mô đun đàn hồi đối với đất gia cố bitum lỏng với xi măng, lấy bằng 1,5 lần nhỏ hơn trị số đối với đất gia cố nhũ tương bi tum với xi măng.

CHÚ THÍCH 5: Trị số lớn của mô đun đàn hồi vật liệu gia cố chất dính kết hữu cơ tương ứng với các vùng có nhiệt độ nhỏ ôn hoà, trị số nhỏ với vùng có nhiệt độ trung bình.

CHÚ THÍCH 6: Để đổi về KG /cm², trị số mô đun đàn hồi cần nhân với 10.

Bảng F.6: Đặc tính vật liệu, đất, hỗn hợp cho móng nhân tạo mặt đường cứng và mềm

Đất, hỗn hợp, vật liệu cho móng nhân tạo mặt đường cứng và mềm		Mô đun đàn hồi <i>E</i> MPa	Hệ số nền <i>K_s</i> MN/m ³
Đá dăm từ đá gốc, rải bằng phương pháp chèn chặt (Macadam), với giới hạn cường độ nén (MPa)			
100		4,5.10 ²	4,5.10 ²
80		3,5.10 ²	3,5.10 ²
60		3,0.10 ²	3,0.10 ²
Đá dăm, sỏi không cấp phối với giới hạn cường độ nén không thấp hơn 60 MPa, có thành phần cỡ hạt %:			
Lớn hơn 2 mm:	Nhỏ hơn 0,05 mm:	2,7.10 ²	2,7.10 ²
Trên 85	Đến 3	2,1.10 ²	2,1.10 ²
Trên 70 đến 85	Trên 3 đến 7	1,8.10 ²	1,8.10 ²
Trên 60 đến 70	Trên 7 đến 10	1,6.10 ²	1,6.10 ²
Trên 50 đến 60	Trên quá 10 đến 12		
Đá dăm gia cố xi măng cát bằng phương pháp trộn, có tỷ lệ xi măng cát, % đối với trọng lượng đá dăm:			
40		22.10 ²	11.10 ²
30		17.10 ²	8,5.10 ²
20		10.10 ²	5.10 ²

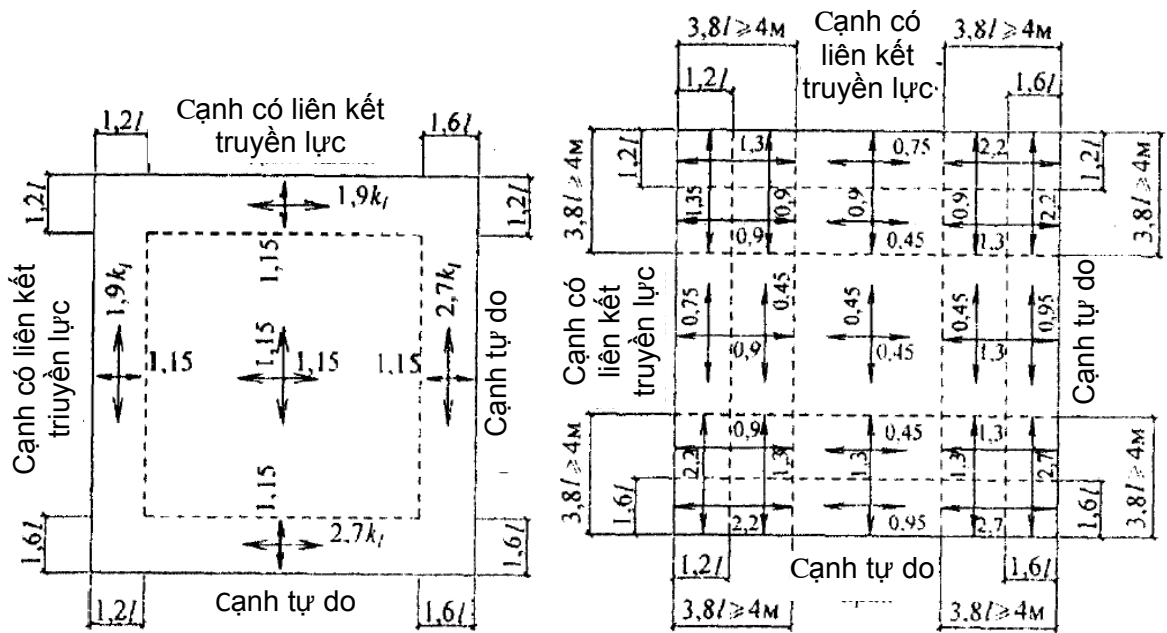
Bảng F.6: Đặc tính vật liệu, đất, hỗn hợp cho móng nhân tạo mặt đường cứng và mềm (kết thúc)

Đất, hỗn hợp, vật liệu cho móng nhân tạo mặt đường cứng và mềm	Mô đun đàn hồi E MPa	Hệ số nền K_s MN/m ³
10	6.10^2	3.10^2
Đá dăm gia cố bằng phương pháp thấm nhập vữa xi măng cát với tỷ lệ xi cát 25% trọng lượng đá dăm:	18.10^2	9.10^2
Hỗn hợp sỏi đất, đá dăm đất, sỏi cát, đá dăm cát:		
Hạt lớn (lớn hơn 10 mm trên 50%)	$2,8.10^2$	$2,8.10^2$
Hạt trung (lớn hơn 2 mm trên 50%)	$2,5.10^2$	$2,5.10^2$
Hạt mịn (lớn hơn 2 mm từ 25% đến 50%)	$1,8.10^2$	$1,8.10^2$
Đất (cỡ hạt lớn hơn 10 mm trên 50%)	$2,8.10^2$	$2,8.10^2$
Cát:		
Hạt sỏi	$1,5.10^2$	$1,5.10^2$
Hạt lớn	$1,3.10^2$	$1,3.10^2$
Hạt trung	$1,2.10^2$	$1,2.10^2$
Xi sắt rải bằng phương pháp chèn	$4,2.10^2$	$4,2.10^2$
Xi sắt với thành phần hạt:		
Chọn		
Tốt	$4,0.10^2$	$4,0.10^2$
Bình thường	$2,5.10^2$	$2,5.10^2$
Không chọn	$1,7.10^2$	$1,7.10^2$
CHÚ THÍCH 1: Khi qui định đặc trưng tính toán của đá dăm, gia cố xi măng cát, có thành phần xi măng mác 400 - 12% trọng lượng cát.		
CHÚ THÍCH 2: Để chuyển sang kG/cm ² , trị số mô đun đàn hồi được nhân với 10, kG/cm ³ - trị số hệ số nền - chia cho 10.		

Phụ lục G

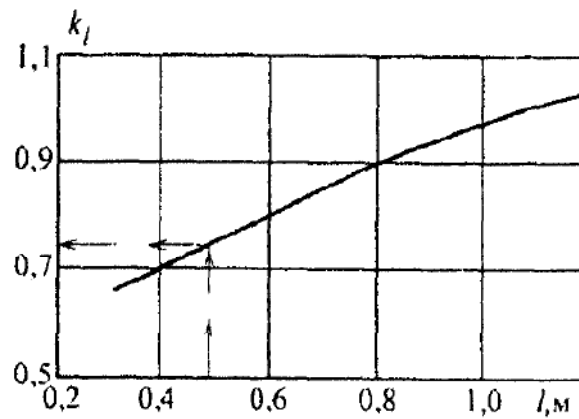
(Quy định)

Biểu đồ và các bảng tính mặt đường sân bay



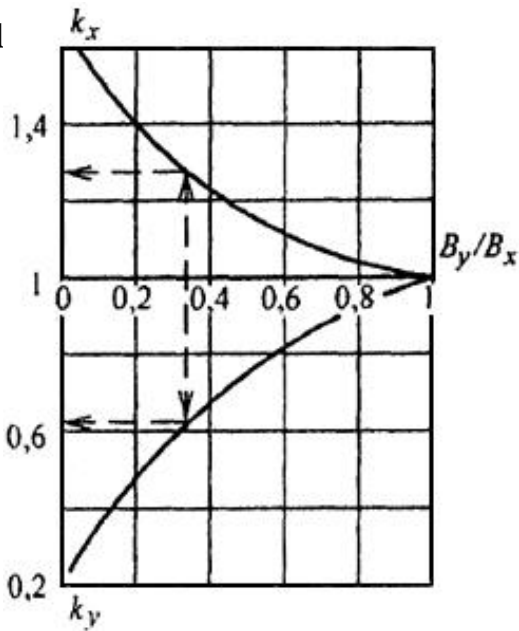
a) Đối với momen uốn dương

b) Đối với momen uốn âm

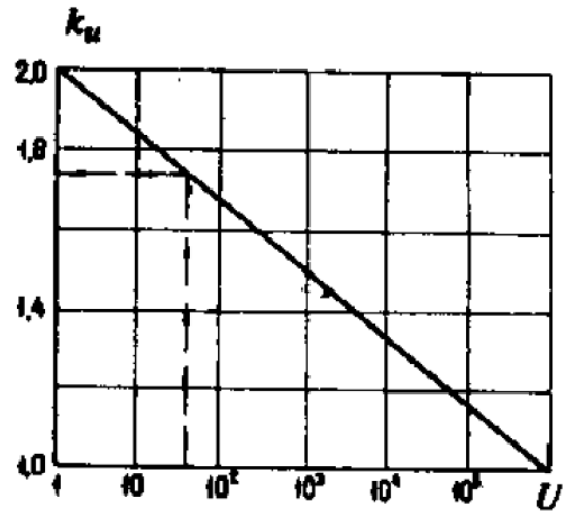


c) Biểu đồ xác định hệ số hiệu chỉnh k_l đối với hệ số k

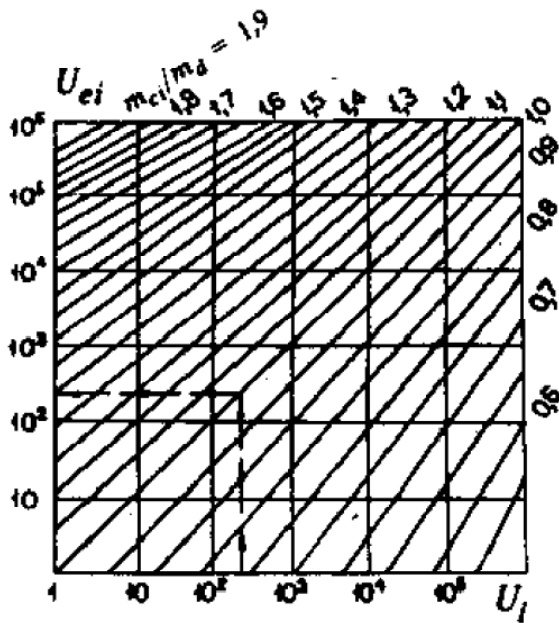
Hình G.1: Giá trị hệ số chuyển đổi k



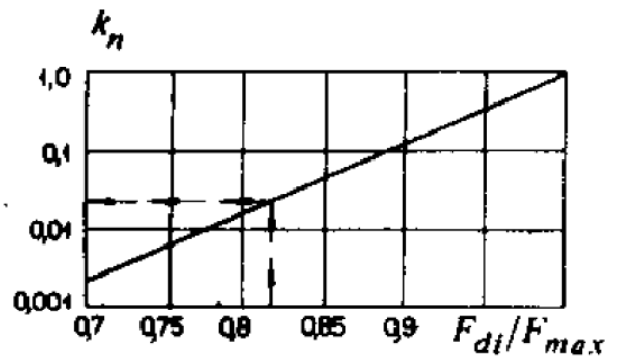
Hình G.2: Biểu đồ xác định hệ số k_x và k_y phân bố nội lực trong tấm bất đẳng hướng



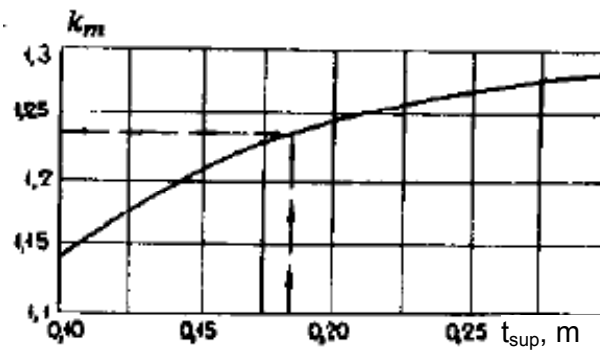
Hình G.3: Biểu đồ xác định k_u



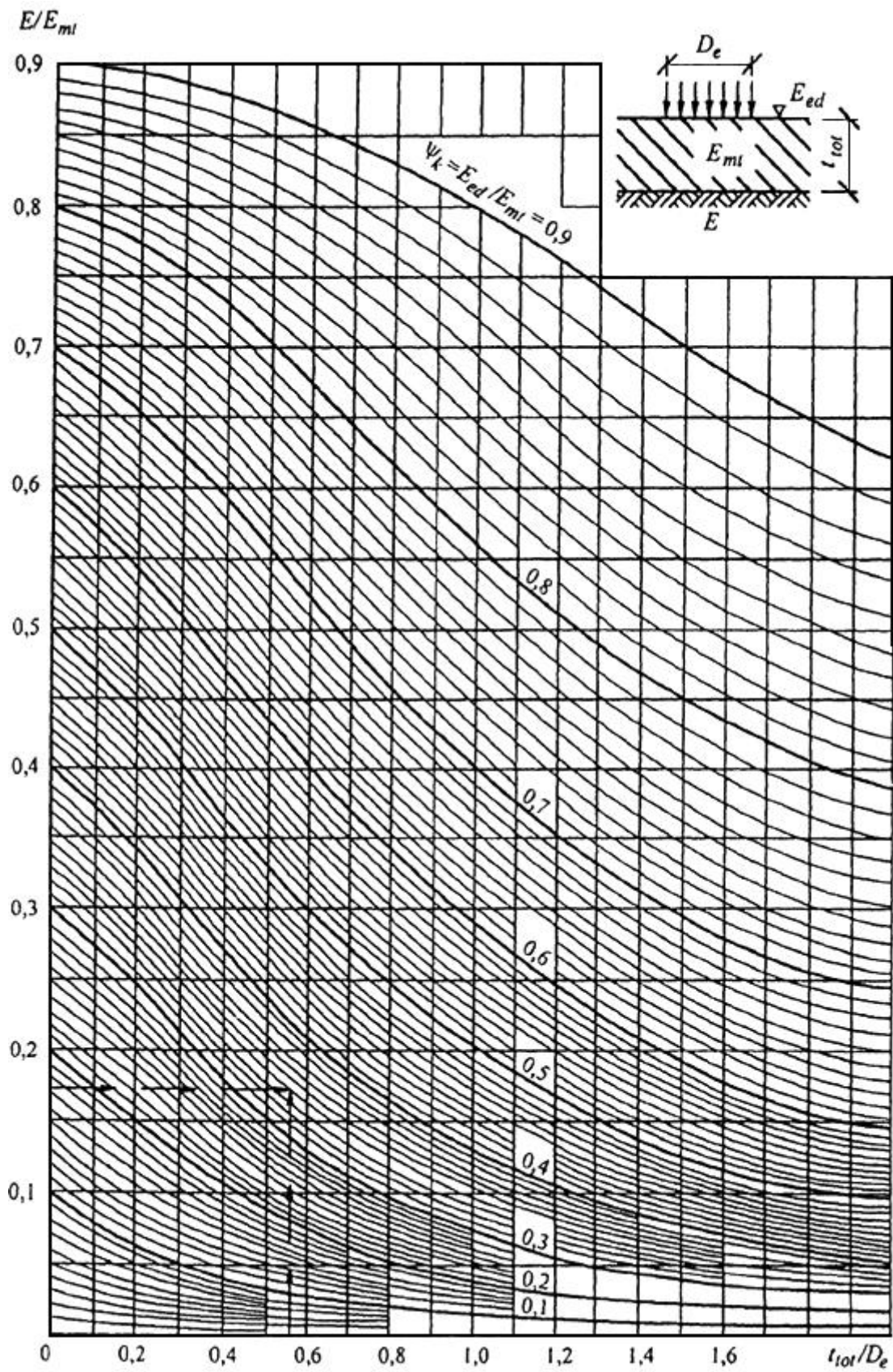
Hình G.4: Toán đồ xác định số lần tương đương đặt tải U_{ei}



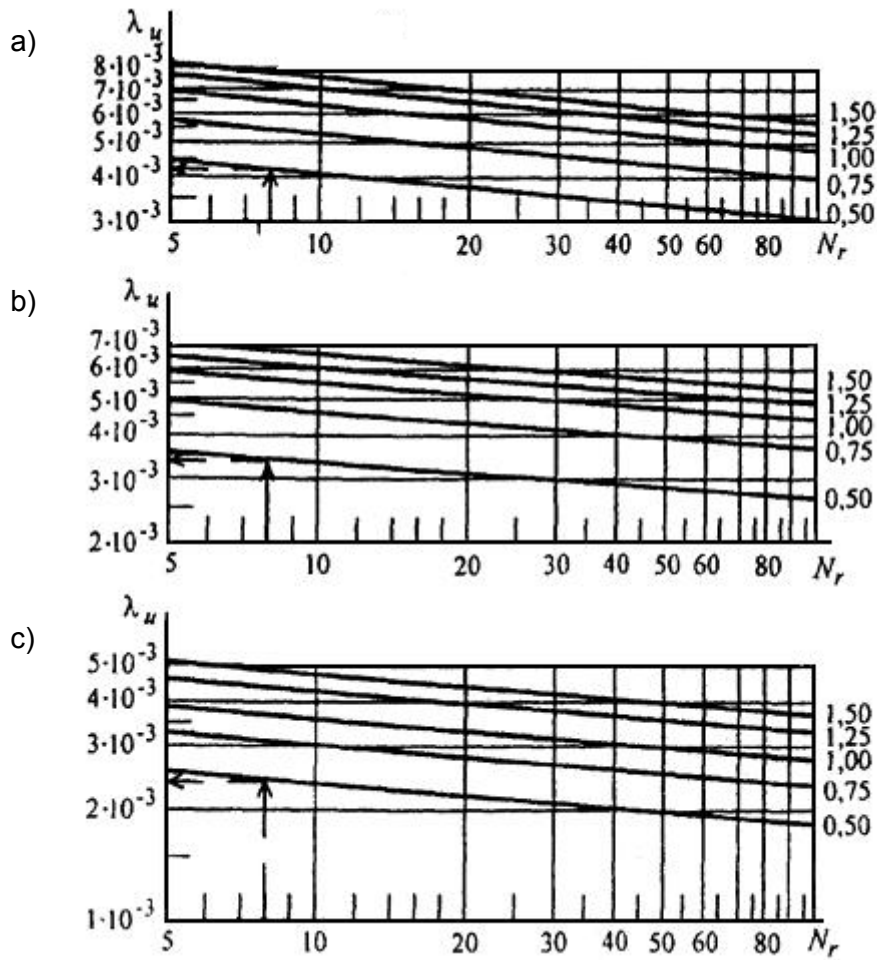
Hình G.5: Biểu đồ xác định k_n cho mặt đường cứng



Hình G.6: Biểu đồ xác định hệ số k_m khi tính toán chiều dày tầng cường mặt đường bê tông



Hình G.7: Biểu đồ xác định hệ số ψ_k đối với mặt đường mềm



a) Á sét, sét, á cát (gồm có đất sỏi sạn).

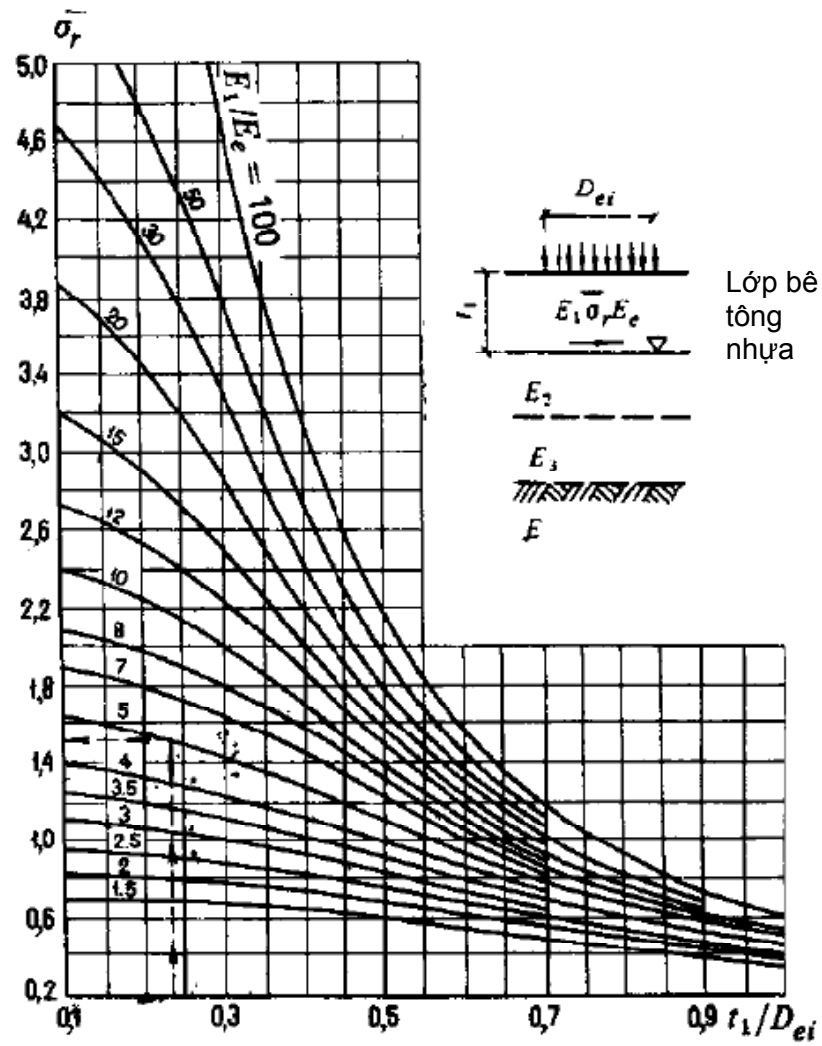
b) Cát hạt bụi.

c) Cát hạt trung to và mịn.

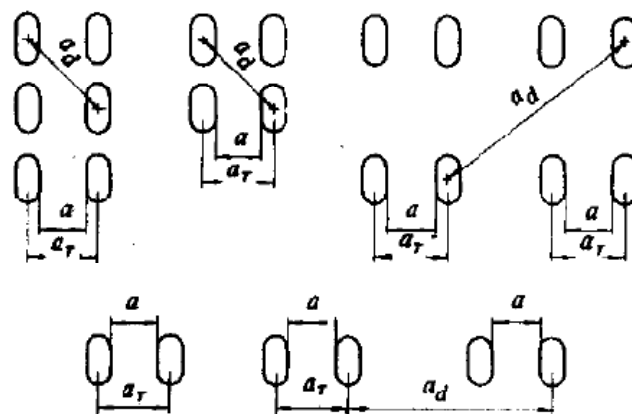
CHÚ THÍCH

1) Các số trên đường biểu đồ chỉ áp suất bánh hơi máy bay p_a (MPa (kg/cm^2))

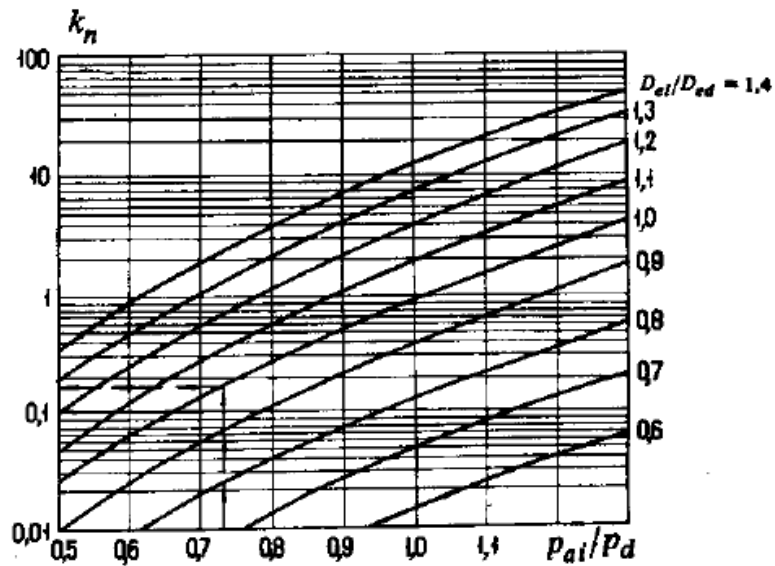
Hình G.8: Biểu đồ xác định độ võng giới hạn tương đối λ_u (m) của mặt đường mềm sân bay trên nền đất



Hình G.9: Biểu đồ xác định ứng suất kéo đơn vị khi võng ở bê tông nhựa



Hình G.10: Khoảng cách tính toán a , a_t và a_d giữa các bánh ở cang máy bay



Hình G.11: Toán đồ xác định hệ số đổi tải trọng k_n đối với mặt đường mềm

Bảng G.1 - Giá trị hàm $f(\alpha)$

α	$f(\alpha)$	α	$f(\alpha)$	α	$f(\alpha)$	α	$f(\alpha)$	α	$f(\alpha)$	α	$f(\alpha)$
0	0	0,24	0,1904	0,48	0,1275	0,72	0,0922	0,96	0,0687	2,00	0,0204
0,02	0,4209	0,26	0,1831	0,50	0,1239	0,74	0,0899	0,98	0,0671	2,20	0,0161
0,04	0,3565	0,28	0,1763	0,52	0,1204	0,76	0,0877	1,00	0,0655	2,40	0,0126
0,06	0,3188	0,30	0,1700	0,54	0,1171	0,78	0,0855	1,10	0,0582	2,60	0,0097
0,08	0,2921	0,32	0,1641	0,56	0,1139	0,80	0,0834	1,20	0,0513	2,80	0,0075
0,10	0,2714	0,34	0,1586	0,58	0,1108	0,82	0,0814	1,30	0,0462	3,00	0,0057
0,12	0,2545	0,36	0,1534	0,60	0,1079	0,84	0,0794	1,40	0,0411	3,20	0,0043
0,14	0,2402	0,38	0,1485	0,62	0,1050	0,86	0,0775	1,50	0,0366	3,40	0,0032
0,16	0,2278	0,40	0,1438	0,64	0,1023	0,88	0,0756	1,60	0,0326	3,60	0,0023
0,18	0,2169	0,42	0,1395	0,66	0,0997	0,90	0,0738	1,70	0,0291	3,80	0,0016
0,20	0,2072	0,44	0,1353	0,68	0,0971	0,92	0,0721	1,80	0,0259	4,00	0,0011
0,22	0,1984	0,46	0,1313	0,70	0,0946	0,94	0,0704	1,90	0,0230		

Bảng G.2: Tính ảnh hưởng các bánh xe khác

$\eta(\xi)$	Giá trị \bar{m}_{xi} và \bar{m}_{yi} khi $\xi(\eta)$ ở tiết diện tính toán của tấm mặt đường dưới tác dụng bánh i cày máy bay							
	0	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,06
0,	-	0,2587	0,1918	0,1241	0,0979	0,0667	0,0482	0,0338
0,05	0,3202	0,2578	0,2015	0,1283	0,0950	0,0697	0,0493	0,0345
0,10	0,2578	0,2410	0,1937	0,1323	0,1000	0,0745	0,0526	0,0365
0,20	0,1936	0,1754	0,1723	0,1330	0,0945	0,0725	0,0529	0,0398
0,30	0,1565	0,1489	0,1365	0,1192	0,0925	0,0707	0,0524	0,0467
0,40	0,1307	0,1297	0,1247	0,1119	0,0883	0,0692	0,0523	0,0424
0,50	0,1108	0,1012	0,1007	0,0975	0,0824	0,0659	0,0512	0,0386
0,60	0,0949	0,0887	0,0858	0,0850	0,0722	0,0606	0,0492	0,0379
0,70	0,0824	0,0821	0,0818	0,0765	0,0666	0,0578	0,0462	0,0366
0,80	0,0715	0,0710	0,0700	0,0660	0,0601	0,0516	0,0434	0,0344
0,90	0,0620	0,0619	0,0610	0,0579	0,0530	0,0469	0,0389	0,0323
1,00	0,0543	0,0542	0,0540	0,0504	0,0472	0,0425	0,0366	0,0300
1,10	0,0476	0,0476	0,0474	0,0456	0,0408	0,0372	0,0330	0,0272
1,20	0,0412	0,0412	0,0389	0,0380	0,0372	0,0332	0,0288	0,0245
1,30	0,0360	0,0360	0,0360	0,0340	0,0325	0,0290	0,0259	0,0221
1,40	0,0314	0,0313	0,0311	0,0303	0,0283	0,0260	0,0228	0,0199
1,50	0,0273	0,0272	0,0272	0,0264	0,0247	0,0225	0,0203	0,0175
1,60	0,0240	0,0239	0,0239	0,0230	0,0221	0,0201	0,0181	0,0159
1,70	0,0208	0,0208	0,0208	0,0193	0,0192	0,0177	0,0162	0,0137
1,80	0,0180	0,0179	0,0178	0,0172	0,0166	0,0153	0,0150	0,0121
1,90	0,0156	0,0156	0,0156	0,0150	0,0143	0,0132	0,0130	0,0115
2,00	0,0135	0,0135	0,0134	0,0132	0,0130	0,0126	0,0121	0,0106
2,10	0,0116	0,0116	0,0116	0,0114	0,0112	0,0108	0,0104	0,0101
2,20	0,0096	0,0096	0,0096	0,0095	0,0095	0,0092	0,0088	0,0084
2,40	0,0072	0,0072	0,0072	0,0070	0,0069	0,0062	0,0060	0,0059
2,60	0,0051	0,0051	0,0051	0,0050	0,0049	0,0047	0,0044	0,0042
2,80	0,0034	0,0034	0,0034	0,0033	0,0032	0,0030	0,0028	0,0026
3,00	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0021	0,0020	0,0019	0,0017
3,20	0,0014	0,0014	0,0014	0,0013	0,0013	0,0012	0,0011	0,0011
3,40	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0006	0,0005	0,0004
3,60	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0	0	0	0
3,80	0	0	0	0	0	0	0	0
4,00	0	0	0	0	0	0	0	0

Bảng G.2: Tính ảnh hưởng các bánh xe khác

$\eta(\xi)$	Giá trị \bar{m}_x và \bar{m}_y khi $\xi(\eta)$ ở tiết diện tính toán của tấm mặt đường dưới tác dụng bánh i càng máy bay							
	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
0	0,0219	0,0126	0,0054	0,0011	-0,0058	-0,0098	-0,0132	-0,0155
0,05	0,0223	0,0128	0,0054	0,0011	-0,0058	-0,0098	-0,0132	-0,0155
0,10	0,0235	0,0138	0,0054	0,0011	-0,0058	-0,0098	-0,0132	-0,0155
0,20	0,0252	0,0148	0,0064	0,0013	-0,0048	-0,0098	-0,0128	-0,0150
0,30	0,0254	0,0156	0,0084	0,0015	-0,0037	-0,0083	-0,0114	-0,0144
0,40	0,0285	0,0173	0,0093	0,0028	-0,0022	-0,0070	-0,0105	-0,0132
0,50	0,0275	0,0184	0,0105	0,0041	-0,0013	-0,0060	-0,0094	-0,0123
0,60	0,0274	0,0189	0,0111	0,0055	-0,0003	-0,0046	-0,0081	-0,0110
0,70	0,0272	0,0192	0,0121	0,0061	0,0010	-0,0032	-0,0059	-0,0098
0,80	0,0264	0,0195	0,0124	0,0069	0,0019	-0,0027	-0,0050	-0,0087
0,90	0,0250	0,0188	0,0127	0,0075	0,0026	-0,0014	-0,0048	-0,0078
1,00	0,0235	0,0175	0,0126	0,0076	0,0032	-0,0006	-0,0038	-0,0058
1,10	0,0220	0,0167	0,0121	0,0077	0,0036	0	-0,0030	-0,0047
1,20	0,0205	0,0158	0,0112	0,0074	0,0036	0,0006	-0,0023	-0,0044
1,30	0,0190	0,0146	0,0106	0,0069	0,0038	0,0010	-0,0018	-0,0042
1,40	0,0165	0,0131	0,0099	0,0067	0,0036	0,0010	-0,0012	-0,0037
1,50	0,0148	0,0118	0,0092	0,0062	0,0035	0,0020	-0,0006	-0,0029
1,60	0,0133	0,0107	0,0082	0,0057	0,0032	0,0018	-0,0003	-0,0025
1,70	0,0118	0,0096	0,0072	0,0056	0,0030	0,0018	-0,0002	-0,0024

Bảng G.2: Tính ảnh hưởng các bánh xe khác (kết thúc)

$\eta(\xi)$	Giá trị \bar{m}_{xi} và \bar{m}_{yi} khi $\xi(\eta)$ ở tiết diện tính toán của tấm mặt đường dưới tác dụng bánh i càng máy bay							
	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
1,80	0,0104	0,0087	0,0067	0,0050	0,0028	0,0017	-0,0004	-0,0017
1,90	0,0095	0,0082	0,0062	0,0048	0,0027	0,0012	-0,0004	-0,0016
2,00	0,0081	0,0074	0,0059	0,0040	0,0027	0,0009	0	-0,0015
2,10	0,0069	0,0063	0,0054	0,0032	0,0024	0,0005	0	-0,0014
2,20	0,0059	0,0053	0,0046	0,0025	0,0019	0,0003	-0,0004	-0,0004
2,40	0,0041	0,0037	0,0031	0,0017	0,0011	0	-0,0007	-0,0007
2,60	0,0038	0,0024	0,0020	0,0007	0,0003	0	-0,0009	-0,0015
2,80	0,0020	0,0014	0,0011	0,0005	0	-0,0004	-0,0008	-0,0014
3,00	0,0015	0,0008	0,0006	0	0	-0,0006	-0,0009	-0,0013
3,20	0,0008	0,0005	0	0	-0,0004	-0,0006	-0,0009	-0,0012
3,40	0,0003	0	0	0	-0,0005	-0,0008	-0,0009	-0,0011
3,60	0	0	0	-0,0005	-0,0006	-0,0007	-0,0009	-0,0009
3,80	0	0	0	-0,0005	-0,0006	-0,0007	-0,0008	-0,0009
4,00	0	0	0	-0,0005	-0,0006	-0,0007	-0,0007	-0,0008

CHÚ THÍCH 1: Giá trị \bar{m}_{yi} tìm được khi thay ξ cho η và ngược lại, đối với trường hợp đó chỉ số ξ và η trong ngoặc đơn.

CHÚ THÍCH 2: Đối với giá trị ξ và η nằm ở giữa thì trị số \bar{m}_{xi} và \bar{m}_{yi} lấy theo nội suy.

Phụ lục H

(Tham khảo)

Tính toán móng nhô tạo dưới mặt đường cứng bằng vật liệu gia cố chất kết dính

Ở phụ lục này nói đến các lớp từ vật liệu gia cố chất kết dính, các lớp đó có cường độ kéo uốn tính toán.

H.1 Khi thiết kế mặt đường bê tông và bê tông lưới thép trên móng bằng vật liệu gia cố chất kết dính, trị số tính toán momen uốn (kN.m/m) trong mặt đường xác định theo công thức:

Đối với mặt đường một lớp:

$$m_d = \frac{B}{B + B_f} \cdot m_{c,max} \cdot k \cdot \rho; \quad (\text{H.1})$$

Đối với lớp trên của mặt đường hai lớp trùng khe:

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,max} \cdot k' \cdot \rho; \quad (\text{H.2})$$

Đối với lớp trên của mặt đường hai lớp trùng khe:

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,max} \cdot k' \cdot \rho; \quad (\text{H.3})$$

Đối với lớp trên của mặt đường hai lớp trùng khe:

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,max} \cdot k_1 \cdot \rho; \quad (\text{H.4})$$

Đối với lớp trên của mặt đường hai lớp trùng khe

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,max}. \quad (\text{H.5})$$

trong đó:

B là độ cứng của tấm mặt đường một lớp (kNm²/m) tương ứng đơn vị chiều rộng tiết diện;

B_{sup} , B_{inf} là độ cứng tương ứng với lớp trên và lớp dưới của mặt đường hai lớp (kNm²/m) đối với một đơn vị chiều rộng tiết diện;

B_f là độ cứng lớp móng gia cố chất kết dính (kNm²/m);

$B_{tot} = B_{sup} + B_{inf} + B_f$, (kNm²/m);

$m_{c,max}$ là momen uốn khi đặt tải ở tấm (kNm/m), tính toán như đối với tấm một lớp có độ cứng $B + B_f$. Khi tính toán mặt đường hai lớp, momen uốn $m_{c,max}$ xác định như đối với tấm một lớp có độ cứng B_{tot} .

$$\rho = 1 - 0,167\theta_0;$$

θ_0 - Trị số xác định theo biểu đồ Hình H.1 phụ thuộc vào trị số:

$$\gamma_b = \frac{B}{B_f} \quad - \text{đối với công thức (H.1);}$$

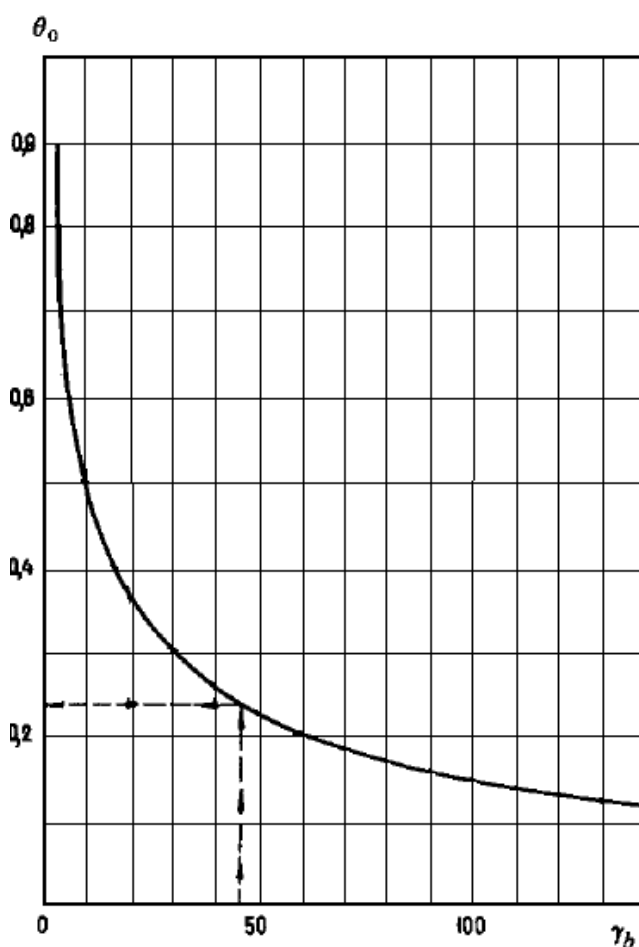
$$\gamma_b = \frac{B_{\text{inf}} + B_{\text{sup}}}{B_f} \quad - \text{đối với công thức (H.2) và (H.3);}$$

$$\gamma_b = \frac{B_{\text{inf}}}{B_f} \quad - \text{đối với công thức (H.4);}$$

k là hệ số chuyển đổi, xác định theo Điều 9.2.3.2;

k', k_1 là các hệ số xác định theo Điều 9.3.3.2.

Với mặt đường hai lớp không trùng khe cần thỏa mãn điều kiện $\rho \cdot k_1 \geq 1$. Nếu điều kiện đó không thỏa mãn thì lấy $\rho \cdot k_1 = 1$.



Hình H.1 - Biểu đồ xác định θ_0

H.2 Chiều dày cần thiết móng nhân tạo t_f , (m), từ vật liệu gia cố chất kết dính, đối với mặt đường bê tông cốt thép đổ tại chỗ và lắp ghép xác định theo công thức:

$$t_f = D_r / (D_r / t_f) \tag{H.6}$$

trong đó:

$\frac{D_r}{t_f}$ là tỷ số xác định theo biểu đồ Hình H.2, phụ thuộc vào trị số $\frac{E_c}{1,8l_d K_{sd}}$ và $\frac{E_c}{1,8K_s}$

K_{sd} , l_d là trị số tương ứng hệ số nền yêu cầu (MN/m³), và đặc trưng đàn hồi của tấm (m), tuân theo điều kiện cường độ mặt đường (xem công thức H.1);

K_s , l là trị số tương ứng hệ số nền yêu cầu (MN/m³), và đặc trưng đàn hồi của tấm (m), nằm trên nền đất;

D_r là đường kính quy ước diện tích truyền tải từ tấm mặt đường trên móng nhân tạo (m):

$$D_r = \frac{2,5l_d \cdot K_\alpha}{\sqrt{K_w}}$$

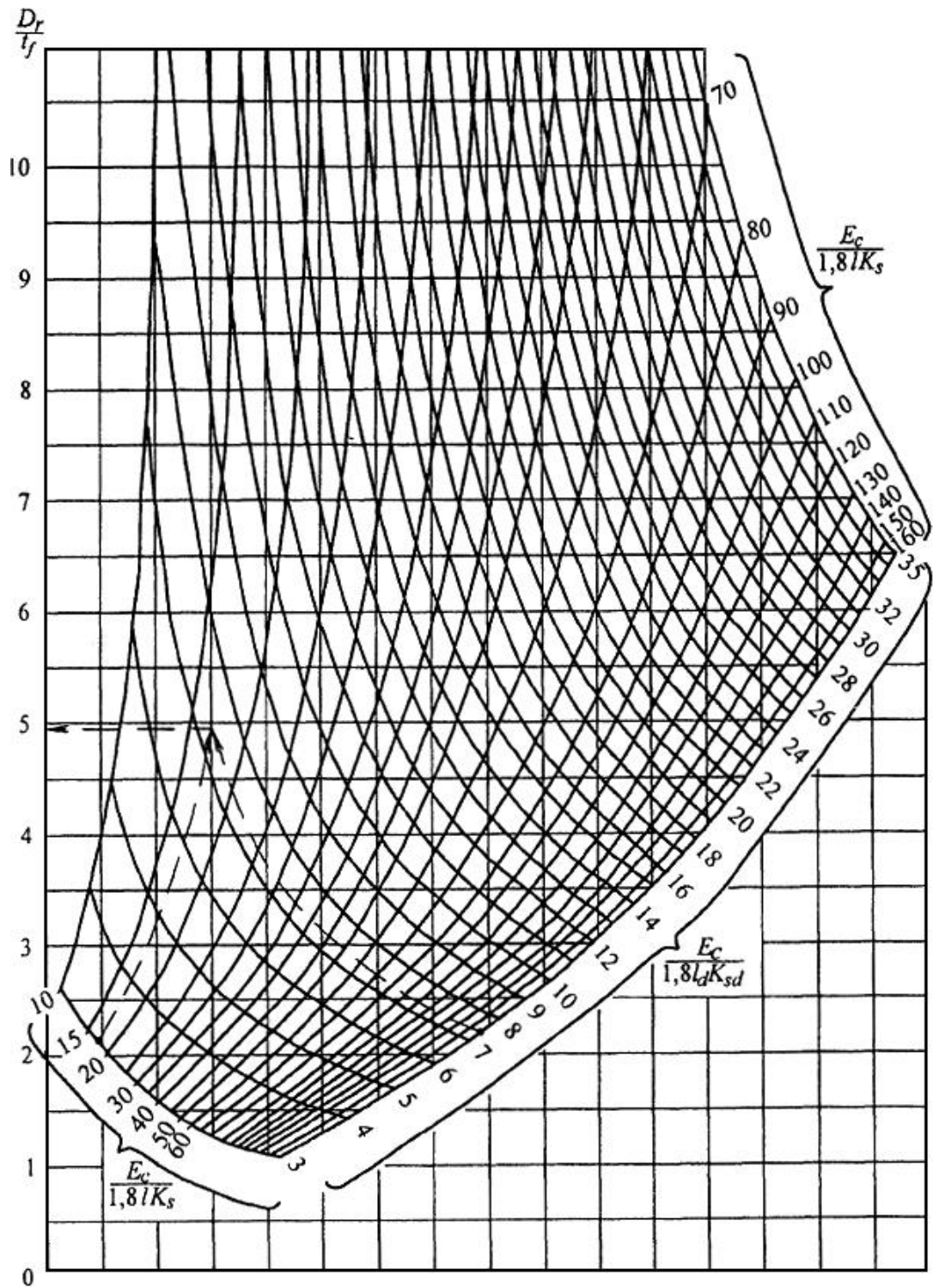
E_c - mô đun đàn hồi vật liệu móng (MPa) lấy theo Phụ lục C;

k_w - hệ số lấy bằng:

$\frac{B_y}{B_x}$	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
k_w	1,0	1,05	1,15	1,27	1,45

K_α là hệ số lấy phụ thuộc vào tỷ số bán kính đường tròn R_e bằng diện tích vệt bánh của cang máy bay và đặc trưng đàn hồi tấm l_d :

$\frac{R_e}{l_d}$	K_α	$\frac{R_e}{l_d}$	K_α
0,1	1,042	0,6	1,300
0,2	1,095	0,7	1,363
0,3	1,140	0,8	1,430
0,4	1,190	0,9	1,500
0,5	1,240	1,0	1,580



Hình H.2 - Biểu đồ xác định $\frac{D_r}{t_f}$

Phụ lục I

(Tham khảo)

Các thông số cốt thép xây dựng**Bảng I.1: Các đặc trưng cơ học của cốt thép**

Nhóm cốt thép	Đường kính mm	Giới hạn chảy kG/cm²	Giới hạn bền kG/cm²	Độ giãn dài cực hạn %
C-I	6-40	2 200	3 800	25
C-I	6-40	2 200	3 800	25
C-I	6-40	2 200	3 800	25
C-I	6-40	2 200	3 800	25
C-II	10-40	3 000	5 000	19
C-III	6-40	4 000	6 000	14
C-IV	10-32	6 000	9 000	6

CHÚ THÍCH 1: Cốt nhóm C-I được sản xuất thành loại tròn nhẵn .

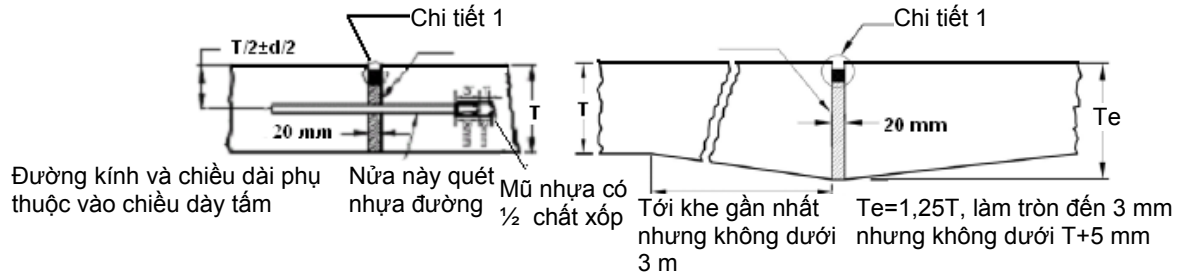
CHÚ THÍCH 2: Cốt nhóm C-II;C-III;C-IV được sản xuất thành loại có vân.

Bảng I.2: Cường độ tiêu chuẩn, cường độ tính toán và Mô đun đàn hồi của một số nhóm thép

Nhóm cốt thép	Cường độ Tiêu chuẩn Rac kg/cm²	Cường độ tính toán kg/cm²			Modun đàn hồi Ea kg/cm²
		Về kéo Ra	Về nén Ra'	Tính cốt ngang Rad	
A-I	2 400	2 300	2 300	1 800	2 100 000
A-II	3 000	2 800	2 800	2 200	2 100 000
A-III	4 000	3 600	3 600	2 800	2 100 000
A-IV	6 000	5 000	3 600	4 000	2 000 000
A-V	8 000	6 400	3 600	4 000	1 900 000
A _T -IV	6 000	5 000	3 600	4 000	1 900 000
A _T -V	8 000	6 400	3 600	4 000	1 900 000
A _T -VI	10 000	8 000	3 600	4 000	1 900 000

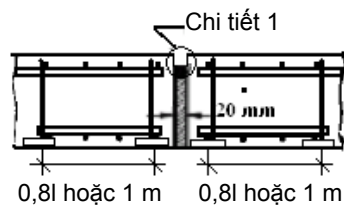
B-II					
d=3 mm	19 000	12 300	3 600	4 000	2 000 000
d=4 mm	18 000	11 600	3 600	4 000	2 000 000
d=5 mm	17 000	11 000	3 600	4 000	2 000 000
B _p -II					
d=3 mm	18 000	11 600	3 600	4 000	2 000 000
d=4 mm	17 000	11 000	3 600	4 000	2 000 000
d=5 mm	16 000	10 300	3 600	4 000	2 000 000
C-I	2 200	2 000	2 000	1 600	2 100 000
C-II	3 000	2 600	2 600	2 100	2 100 000
C-III	4 000	3 400	3 400	2 700	2 000 000
C-IV	6 000	5 000	3 600	4 000	2 000 000
<p>CHÚ THÍCH 1: Các thông số trong các Bảng I.1, I.2 dùng để tham khảo khi tính toán và đối chiếu với các tài liệu kỹ thuật của Liên bang Nga.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Khi tính toán kết cấu mặt đường sân bay có liên quan đến thép, sử dụng TCVN 1651:2008 Thép cốt bê tông và tham khảo các Bảng I.1, I.2 ở trên để lựa chọn các thông số tính toán cho thép.</p>					

Phụ lục J
(Tham khảo)
Các loại khe
KHE GIÃN

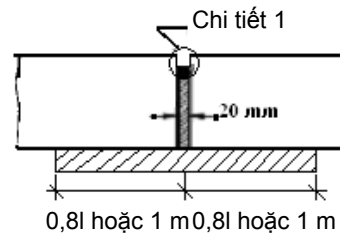


Loại A: Khe giãn có thanh truyền lực

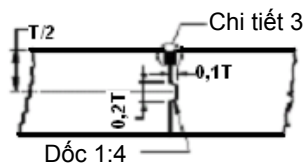
Loại B1: Khe giãn suốt tầng dày cạnh tấm



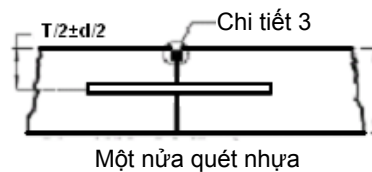
Loại B2: Khe giãn suốt tầng cường cốt cạnh tấm



Loại B3: Khe giãn suốt có tấm kê



Loại C: Khe co có ngàm



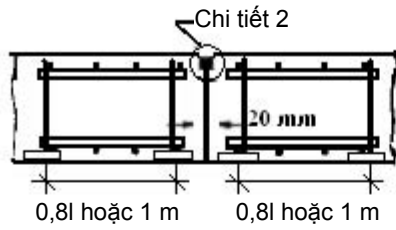
Loại D1: Khe co suốt có thanh truyền lực

CHÚ THÍCH:

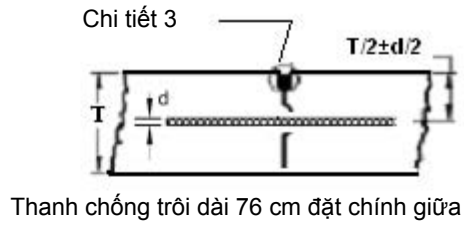
1) Phần khe tô đậm chèn bằng chất trám khe

Hình J.1 – Các loại khe mặt đường cứng và các chi tiết

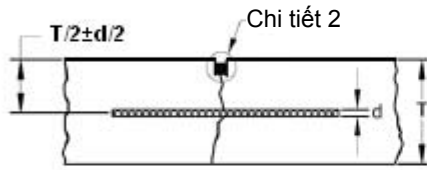
KHE CO



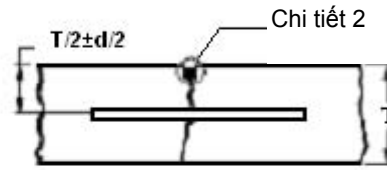
Loại D2: Khe co suất tăng cường cốt cạnh tấm



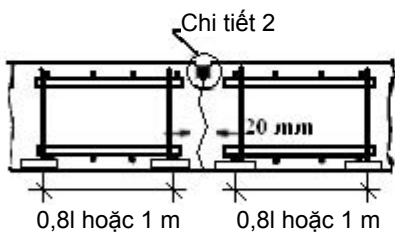
Loại E1: Khe co có thanh chống trôi (có ngàm hoặc suất)



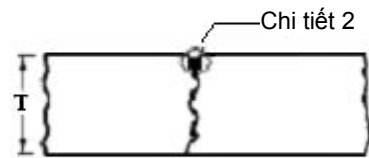
Loại E2: Khe co giả có thanh chống trôi



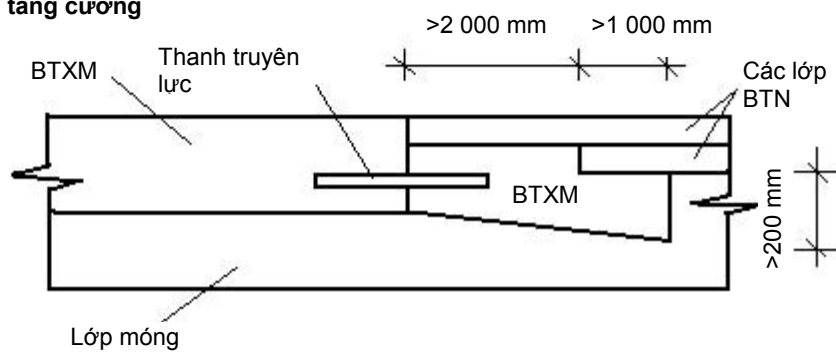
Loại F1: Khe co giả có thanh truyền lực



Loại F2: Khe co giả tăng cường cốt cạnh tấm



Loại H: Khe co giả



Loại K: Khe chuyển tiếp kết cấu từ BTXM sang BTN

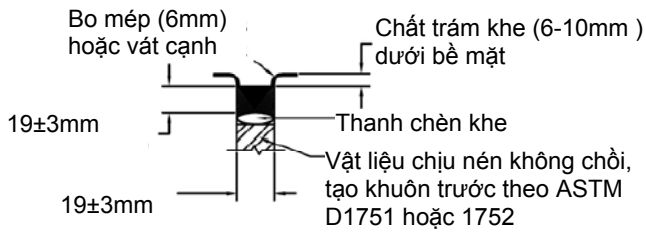
CHÚ THÍCH:

1) Phần khe tô đệm chèn bằng chất trám khe

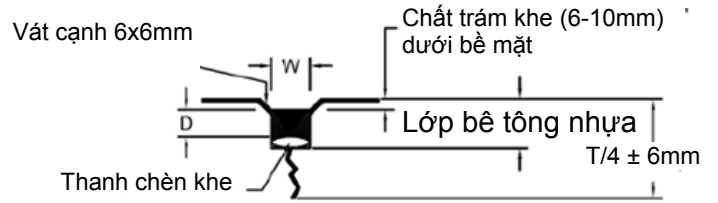
Hình J.1 – Các loại khe mặt đường cứng và các chi tiết (tiếp theo)

TCVN 10907 : 2015

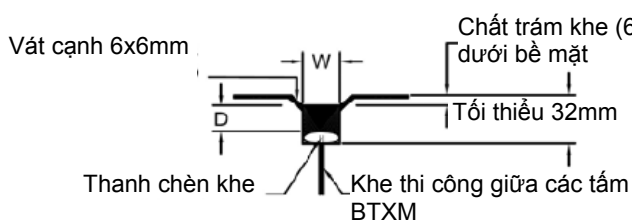
Chi tiết 1: khe giãn



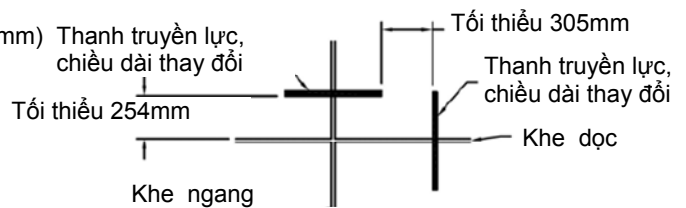
Chi tiết 2: khe co



Chi tiết 3: khe thi công



Mặt bằng: vị trí thanh truyền lực



CHÚ THÍCH:

- 1) Chất trám khe có khả năng chống thấm nước, dễ rót dễ đổ tạo hình và ổn định theo yêu cầu trong khai thác.
- 2) Vật liệu gioăng chèn khe phải phù hợp với chất trám khe, có kích thước và hình dạng để chèn theo kích thước khe.
- 3) Chất chèn khe ngang vuông góc với đường CHC lõm 10-13 mm để thoát nước.
- 4) Làm vát cạnh khe như chi tiết 2,3 khi mặt đường chịu mật độ chuyển động cao.

Hình J.1 - Các loại khe mặt đường cứng và các chi tiết (kết thúc)

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] 22TCN 333-06 Quy trình đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.
- [2] TCCS 02 : 2009 /CHK Quy trình thiết kế mặt đường sân bay.
- [3] Đề tài cấp Cục “Quy trình thiết kế mặt đường cứng sân bay” năm 2000-2001.
- [4] 06 TCN 363 – 87 Sân bay quân sự cơ bản- Tiêu chuẩn thiết kế.
- [5] AC 150/5320-6 Airport Pavement Design and Evaluation của Cục Hàng không Liên bang Mỹ.
- [6] AC 150/5370 -10 Standards for Specifying Construction of Airport.
- [7] AC 150/ 5320- 6C Planning the State airport System - June 1978.
- [8] AC No: 150/5380-6A Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements (Thông tư số: 150/5380-6A Hướng dẫn và Quy trình bảo dưỡng duy tu mặt đường sân bay của Cục Hàng không Liên bang Mỹ).
- [9] AC No: 150/5370-11 Use of Nondeductive Testing Devices to the Evaluation of Airport Pavements (Sử dụng phương pháp thử nghiệm không phá hủy để đánh giá mặt đường sân bay của Cục hàng không liên bang Mỹ).
- [10] Planning and design of airport - by Frank McKelvey – 1986.
- [11] Planning and design of airport - by Robert Horonoeff and Frank McKelvey – 1996.
- [12] Строительные Нормы и Правила – Аэродромы – СНиП 3.06.06-88 (Tiêu chuẩn và Nguyên tắc xây dựng sân bay CHUP 3.03.06.88).
- [13] СН 121-73 Строительные Норм - Указания по Производству и Приемке Аэродромно – Строительных Работ (СН 121-73 Tiêu chuẩn xây dựng – Chỉ dẫn thi công và nghiệm thu các công việc xây dựng sân bay).
- [14] СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
- [15] ГОСТ 23558-94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства.
- [16] Изыскания и Проектирование Аэродромов – Москва 1982 (Khảo sát và thiết kế sân bay – Matxcova 1982).
- [17] Изыскания и Проектирование Аэродромов - Справочник– Москва 1979 (Khảo sát và thiết kế sân bay – Sổ tay hướng dẫn - Matxcova 1979).