

# Nghiên cứu các công nghệ xử lý nền móng mặt đường cứng sân bay trong điều kiện bất lợi trên thế giới và ở Việt Nam

Research on treatment technologies for base, subbase and subgrade of airport rigid pavement under adverse conditions in the world and in Vietnam

> **THS.NCS NGÔ VĂN QUÂN<sup>1\*</sup>, THS TRẦN TRỌNG SƠN<sup>2</sup>, GS.TS PHẠM HUY KHANG<sup>3</sup>**  
**PGS.TS NGUYỄN TRỌNG HIỆP<sup>3</sup>, THS.NCS PHẠM QUANG THÔNG<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Học viện Hàng không Việt Nam

<sup>2</sup>Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất (TIA)

<sup>3</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải

\*Email: quannv@vaa.edu.vn

## TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu các giải pháp công nghệ đang áp dụng, liên quan tới xử lý nền móng mặt đường cứng sân bay trong điều kiện bất lợi trên thế giới và ở Việt Nam để đảm bảo điều kiện khai thác thường xuyên và liên tục tại cảng hàng không (CHK), sân bay. Các giải pháp chính, đó là hạn chế nước xâm nhập vào nền móng mặt đường cứng sân bay; giải pháp công nghệ xử lý nền móng của mặt đường cứng sân bay; xử lý hư hỏng cấu trúc của mặt đường cứng sân bay trong điều kiện bất lợi trên thế giới và ở Việt Nam.

**Từ khóa:** Móng; móng dưới; nền đường; cảng hàng không; mặt đường cứng sân bay.

## ABSTRACT

The article research the technological solutions currently applied, related to the treatment technologies for base, subbase and subgrade of airport rigid pavement under adverse conditions in the world and Vietnam. The main solution is to limit water intrusion into the base, subbase and subgrade of airport rigid pavement; technological solutions for the treatment of base, subbase and subgrade of airport rigid pavement treatment of structural damage to airport rigid pavement in adverse conditions in the world and in Vietnam.

**Keywords:** Base; subbase; subgrade; airport; airport rigid pavement.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu mặt đường (KCMĐ) của mặt đường cứng sân bay tại các CHK, sân bay trên thế giới và ở Việt Nam có nhiều khu vực được xây dựng từ rất lâu. Dù đã trải qua nhiều đợt cải tạo, sửa chữa nhưng trong quá trình khai thác, dưới sự tác động thường xuyên của tàu bay ngày càng tăng về trọng tải và tần suất hoạt động cùng với các điều kiện thủy nhiệt bất lợi đã làm cho một số tấm bê tông xi măng (BTXM) không đáp ứng yêu cầu, xuất hiện những hư hỏng cấu trúc của mặt đường cứng sân bay như: Nứt dọc, ngang chéo; nứt khe ngang; nứt ở góc tấm; bị lún thụt (cập kênh - bực); phùi bùn; tấm BTXM bị mẻ, bong bật bề mặt [1] gây mất an toàn cho các hoạt động của tàu bay. Nếu không có biện pháp xử lý kịp thời, những hư hỏng sẽ có mức độ trầm trọng ngày càng lớn, gây tốn kém chi phí bảo dưỡng, sửa chữa cũng như kéo dài thời gian đóng cửa sân bay khi cải tạo hoặc nâng cấp [2].

Bài báo đề cập đến việc nghiên cứu các giải pháp công nghệ xử lý nền móng mặt đường cứng sân bay trong điều kiện bất lợi

trên thế giới và ở Việt Nam, để đảm bảo điều kiện khai thác thường xuyên và liên tục tại CHK, sân bay. Đó là các giải pháp: Hạn chế nước xâm nhập vào nền móng mặt đường cứng sân bay; giải pháp xử lý nền móng của mặt đường cứng sân bay; công nghệ xử lý hư hỏng cấu trúc của mặt đường cứng sân bay.

## 2. THỰC TRẠNG HƯ HỎNG CỦA KCMĐ CỨNG SÂN BAY



Hình 1. Tấm BTXM hư hỏng nứt vỡ tại đầu 25L/07R tại CHK quốc tế Tân Sơn Nhất [3]

Trải qua nhiều năm khai thác với tần suất ngày càng cao, tàu bay mới với tải trọng và áp suất bánh lớn cùng với các điều kiện

thủy nhiệt bất lợi nên KCMĐ cứng tại các CHK, sân bay đã xuất hiện nhiều hư hỏng như Hình 1: Nứt vỡ, nứt dọc, nứt chéo ở góc và cạnh, nứt ngang tấm BTXM; lão hóa, bào mòn, trơ cốt liệu; nứt, rạn chân chim [3].

Trên khu vực có mật độ giao thông lớn, KCMĐ cứng sân bay xuất hiện các hư hỏng chủ yếu nằm trên các vết lằn Hình 2, các tấm BTXM có nhiều vết nứt rộng, hư hỏng bề mặt trên diện tích lớn; tấm BTXM bị lún và hiện tượng phôi bùn do lớp nền phía dưới xảy ra trên nhiều hàng tấm. Các hư hỏng trên trực tiếp uy hiếp đến an toàn khai thác của CHK [3].



Hình 2. Tấm BTXM hư hỏng khu vực đường lằn NS tại CHK quốc tế Tân Sơn Nhất [3]

Đối với khu vực có hoạt động thường xuyên của tàu bay và phương tiện hàng không, sau thời gian CHK đưa vào sử dụng nước thấm xuống qua các khe nứt, lỗ rỗng sẽ làm hư hỏng nền móng gây nên tình trạng tấm BTXM bị lún, sụt, gãy ngàm, đất nền yếu gây phôi bùn và bị nén ép trôi lên mặt BTXM qua khe tấm, tạo các hố lõm gây mất an toàn cho tàu bay [1] (Hình 3).



Hình 3. Tấm BTXM bị nén ép trôi trên đường công vụ A3 tại CHK quốc tế Tân Sơn Nhất [1]

Những dấu hiệu hư hỏng nêu trên xuất hiện nhiều tại các CHK, sân bay trên thế giới và ở Việt Nam, đòi hỏi cần phải có các giải pháp công nghệ để xử lý hư hỏng KCMĐ cứng sân bay tại các CHK, sân bay một cách triệt để; đảm bảo vật liệu sửa chữa có độ bền cao, tuổi thọ lâu dài với thời gian sửa chữa nhanh để sớm đưa CHK vào khai thác, tránh được phí tổn lớn và thất thoát về sau do việc chậm trễ khai thác bay bị ảnh hưởng.

### 3. GIẢI PHÁP HẠN CHẾ NƯỚC XÂM NHẬP VÀO NỀN MÓNG CỦA MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY

#### 3.1. Thực trạng hệ thống thoát nước tại CHK, sân bay

Hiện nay, nhiều CHK, sân bay trên thế giới và ở Việt Nam gặp phải các thách thức nghiêm trọng liên quan đến hệ thống thoát nước, ảnh hưởng đến an toàn bay và vận hành hạ tầng CHK, sân bay như sau:

a) Hệ thống thoát nước cũ kỹ, không đáp ứng yêu cầu hiện tại: Hệ thống lỗi thời, chưa được nâng cấp; khả năng thoát nước kém trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt; việc bảo trì cơ sở hạ tầng CHK chưa hiệu quả. Một số CHK, sân bay nằm trong khu vực có lượng mưa lớn, hệ thống thoát nước hiện chưa đáp ứng được, dẫn đến tình trạng ngập úng nghiêm trọng, thường xuyên bị quá tải vào mùa mưa [4] (Hình 4).

b) Xói mòn và hư hỏng hệ thống thoát nước: Một số công trình thoát nước bị xói mòn do mưa lớn, nứt vỡ cống thoát nước do tác dụng tải trọng lớn từ máy bay và phương tiện vận hành; do mưa

bão và tác động môi trường; vật liệu bị lão hóa. Một số CHK, sân bay hệ thống thoát nước bị ảnh hưởng do bão và triều cường, gây khó khăn trong việc duy trì hoạt động ổn định.



Hình 4. Sân đỗ CHK quốc tế Tân Sơn Nhất ngập trung trận mưa lớn [4]

c) Thiết kế chưa tối ưu, gây đọng nước trên mặt đường sân bay: Thiết kế độ dốc để thoát nước chưa đảm bảo yêu cầu thiết kế; hệ thống rãnh thu nước và cống không đồng bộ; thiếu hệ thống cảnh báo ngập úng.

#### 3.2. Giải pháp công nghệ cải thiện hệ thống thoát nước tại CHK, sân bay

Để nâng cao hiệu quả hệ thống thoát nước, tại các CHK, sân bay trên thế giới và ở Việt Nam đi vào 3 nhóm giải pháp công nghệ, đó là:

a) Nâng cấp, cải tạo hạ tầng thoát nước: Nâng cấp, bố trí đầy đủ các công trình thoát nước trong CHK, sân bay [4] (Hình 5), trong đó sử dụng bê tông cốt sợi hoặc polyme chống xói mòn, chịu tải tốt; sử dụng cống có khả năng thấm thấu; kênh thoát nước có độ dốc tối ưu; có lớp phủ chống ăn mòn bảo vệ đường ống, giếng thu trong môi trường nước hóa chất.



Hình 5. Hình ảnh cải tạo rãnh thoát nước tại CHK quốc tế Nội Bài [4]

b) Ứng dụng công nghệ thông minh: Cảm biến theo dõi mực nước và lưu lượng dòng chảy, cảnh báo tắc nghẽn, ngập úng; hệ thống bơm thông minh để phân tích dữ liệu thời tiết, tự động điều chỉnh công suất bơm tối ưu; công nghệ cống tự làm sạch, sử dụng nước áp lực cao để loại bỏ bùn cát, rác thải; bơm tiết kiệm năng lượng để giảm tiêu thụ điện, tăng tuổi thọ thiết bị.

c) Bảo trì và kiểm tra định kỳ: Thường xuyên bảo dưỡng để làm sạch, loại bỏ cặn bẩn trong cống, rãnh, kênh, giếng thu nước; lập kế hoạch bảo trì định kỳ để kiểm tra toàn bộ hệ thống thoát nước, kịp thời phát hiện và khắc phục sự cố.

### 4. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NỀN MÓNG CỦA MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

#### 4.1. Công nghệ xử lý nền móng của mặt đường cứng sân bay bằng phương pháp phun vữa polymer

Đối với việc xử lý nền móng của mặt đường cứng sân bay, trên thế giới và ở Việt Nam đã sử dụng phương pháp phun vữa polymer trên cơ sở vật liệu Uretek [5]. Giải pháp này rất phù hợp khi gia cố, sửa chữa đối với các tấm BTXM bị hư hỏng cấu trúc khi bị lún thụt (cạp kênh - bậc) và phôi bùn [1].

Nguyên lý hình thành cường độ của vật liệu Uretek là sau khi bơm vữa xuống nền móng, khối lượng của vật liệu tăng theo tỷ lệ 20:1, thể tích của nó tương ứng đến 30 lần và có thể tạo ra áp suất khoảng 50 tấn/m<sup>2</sup> - 170 tấn/m<sup>2</sup>. Trong vòng 15 phút sau khi bơm, vữa Uretek có thể đạt 90% cường độ của nó và cho phép các phương tiện lưu thông bình thường [6] (Hình 6).



Hình 6. Mô hình nền móng mặt đường cứng sân bay khi được gia cố vữa Uretek [1]

Quy trình công nghệ Uretek xử lý nền móng mặt đường cứng sân bay, trải qua các bước [1]:

- Công tác khoan lỗ: Bước 1: Định vị, đánh dấu vị trí lỗ khoan (các lỗ khoan cho phép sai số 5cm do tấm bê tông có cốt thép và thanh truyền lực) (Hình 7); Bước 2: Khoan lỗ đường kính 16 mm - 32 mm xuyên qua toàn bộ chiều dày tấm BTXM; Bước 3: Khoan lỗ đường kính 12 mm - 16 mm xuyên qua chiều dày tấm BTXM tới nền đất sao cho lỗ khoan đạt chiều sâu tối thiểu 1,0 m.



Hình 7. Khoan tạo lỗ bơm vữa Uretek để gia cố nền móng mặt đường cứng sân bay [1]

- Công tác bơm vữa URETEK: Bước 1: Sau khi kiểm tra vị trí, chiều sâu lỗ khoan đúng bản vẽ thiết kế tiến hành bơm vữa Uretek xuống nền đất thông qua các ống dẫn có đường kính 16 mm, dài khoảng 25 cm; Bước 2: Dùng súng bơm vữa nối với máy trộn bằng ống cao su cao áp đưa vữa Uretek xuống nền đất; Bước 3: Sau khi khối lượng vữa Uretek trong lỗ khoan đạt định mức thiết kế hoặc cao độ các tấm BTXM đạt yêu cầu thì kết thúc quá trình bơm. Tháo gỡ các ống dẫn vật tư và trám các lỗ bơm bằng keo silicon hoặc vữa xi măng và chuyển qua vị trí tiếp theo; Bước 4: Vệ sinh sạch sẽ bề mặt trước khi chuyển qua xử lý các tấm BTXM khác hoặc kết thúc ca thi công [1].

Kết quả sau khi xử lý: Các khoảng trống, lỗ hổng, hốc rỗng phía dưới tấm BTXM đã được lấp đầy, tàu bay có thể khai thác thường xuyên, liên tục tại CHK. Vì vậy, đây là giải pháp rất phù hợp trong điều kiện khai thác tại CHK, sân bay. Tuy nhiên, giải pháp này hiện có giá thành ở mức cao, ở Việt Nam phụ thuộc nhiều vào đơn vị cung cấp vật liệu ở nước ngoài.

#### 4.2. Công nghệ xử lý nền móng của mặt đường cứng sân bay bằng phương pháp phụt vữa Silica siêu mịn

Độ siêu mịn cho phép silica fume lấp đầy các lỗ rỗng vi mô

giữa các hạt xi măng và hiệu quả của vi chất lấp đầy này là làm giảm mạnh khả năng thấm nước và tăng liên kết giữa cốt liệu với hồ xi măng, từ đó giúp cho bê tông silica fume tăng độ dính kết và tạo ra tính ổn định của vật liệu và đạt cường độ lớn hơn. Công nghệ này có thể áp dụng theo hướng gia cố nền móng mặt đường cứng sân bay, giúp cải thiện sức chịu tải của nền đất và các lớp móng [6] (Hình 8).



Hình 8. Gia cố nền móng mặt đường cứng sân bay bằng công nghệ phụt vữa silica siêu mịn [6]

Quy trình công nghệ phụt vữa Silica siêu mịn được thực hiện tùy loại đất nền có thể thực hiện theo phương pháp sau [7]: Phụt thẩm thấu, nén ép, điện đẩy, từ đó sẽ làm đẩy các kẽ nứt và cải thiện độ bền của các lớp nền móng. Sử dụng vật liệu phụt là hạt silica siêu mịn (13,000 cm<sup>2</sup>/g) tạo ra sức chịu tải tăng lên đến 30~50 tấn/m<sup>2</sup> (Hình 9).

Phụt thẩm thấu (Permeation)	Phụt nén ép (Compaction)	Phụt điện đẩy (Fracture)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Điện đẩy các lỗ rỗng trong đất</li> <li>• Liên kết phân tử đất và vật liệu phụt (soil cement)</li> <li>• Sử dụng với loại đất có lỗ rỗng lớn như đất cát</li> <li>• Đất nền khác: Yêu cầu hạt siêu mịn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phụt lặp lại trong 2 ~ 3 giây vật liệu phụt có thời gian keo hoá nhanh</li> <li>• Tạo thành thể gia có hình thoi rỗng gần đường ống phụt</li> <li>• Sử dụng với đất sét / đất lỏng lẻo hoặc đất có tính thấm</li> <li>• Sử dụng với cường độ cao hoặc vật liệu keo hoá nhanh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phụt lặp lại trong 2 ~ 3 giây vật liệu phụt có thời gian keo hoá trung bình / nhanh</li> <li>• Hình thành mạch phụt trong đất</li> <li>• Sử dụng với đất sét / đất bùn</li> <li>• Yêu cầu không ổn định: không đáng kể (ổn định tốt)</li> </ul>

Hình 9. Các phương thức phụt vữa silica siêu mịn gia cố nền móng [7]

Việc gia cố đất nền bằng phương pháp phụt hóa chất được thực hiện như sau:

- Đối với nền đất cát: Cải thiện cường độ của nền đất ban đầu thông qua việc gia tăng độ dính ở nền đất yếu có mật độ tương đối ở mức trung bình hoặc yếu; với nền đất cứng có mật độ tương đối lớn, thực hiện đưa hóa chất vào các lỗ rỗng và làm cho nền đất cứng hơn nhưng không làm biến đổi phân bố của các phân tử đất để không làm ảnh hưởng và làm mềm hóa đất.

- Đối với nền đất kết dính: Nền kết dính hay nền đất yếu có chỉ số N từ 5 trở xuống, tạo thành mạch trong nền đất rồi đưa hóa chất vào để tạo hiệu quả cố kết đất nền, từ đó giúp gia cố đất. Tuy nhiên, cách làm này có thể không có hiệu quả cao ở nền đất có giá trị N vượt quá 5.

Đặc điểm giải pháp công nghệ này là có độ chính xác cao, phụ thuộc nhiều vào thời gian thi công ngắn, thi công được trong không gian hẹp, không làm tổn hại đến công trình, có thể thi công khi công trình đang được sử dụng, phù hợp với điều kiện khai thác tại CHK, sân bay.

**5. CÁC CÔNG NGHỆ XỬ LÝ HƯ HỎNG CẤU TRÚC CỦA MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY TRONG ĐIỀU KIỆN BẤT LỢI TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM**

**5.1. Công nghệ xử lý hư hỏng tấm BTXM bằng phương pháp truyền thống**

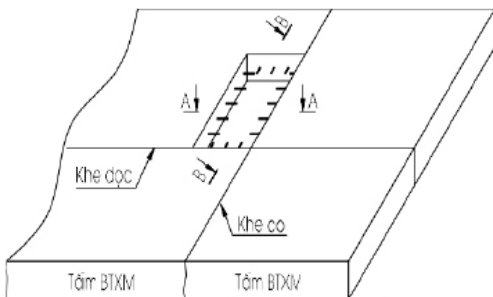
Tùy thuộc vào tấm BTXM có vết nứt ở cạnh hay góc tấm, bị dập, bị mẻ, bong bề mặt ở các mức độ nào thì sẽ có biện pháp xử lý phù hợp. Phương pháp xử lý truyền thống thường trải qua các công đoạn sau [8]:

- Làm sạch diện tích quanh vết nứt, dập, mẻ, bong bề mặt bằng chổi sắt hay hơi nén;
- Loại bỏ phần mặt đường bị nứt gãy, dập, mẻ, bong bề mặt bằng dụng cụ cưa cắt; dùng búa, khoan hơi để bóc tách bộ lớp BTXM hỏng, sau đó dùng khí nén thổi sạch chỗ đã bóc tách;
- Tiến hành phủ một lớp kết dính kết dính chuyên dụng để bảo đảm độ kết dính giữa lớp móng, mặt đường hiện hữu với lớp bê tông mới. Quét vật liệu lót kết dính chuyên dụng của từng loại vật liệu rồi dùng bàn chải hay chổi quét đều trước khi đổ chất kết dính xuống như Sika Grout hay BTN;
- Dùng máy đầm đầm chặt tạo độ phẳng và độ liên kết, sau thời gian hợp chất đủ cường độ thì cho phép tàu bay và các phương tiện đi qua.

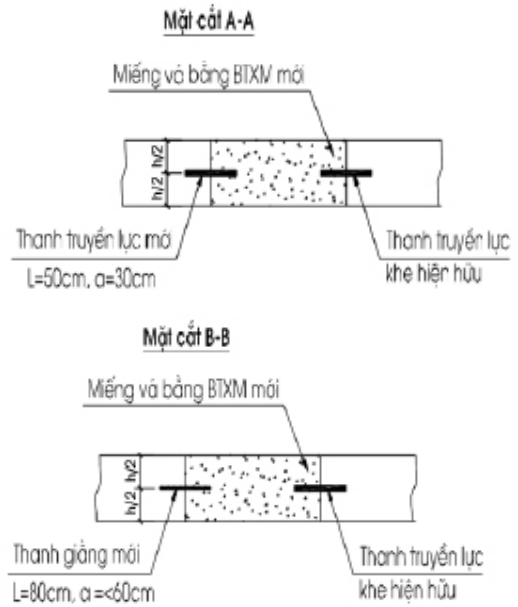
**5.2. Công nghệ xử lý trám vá mặt đường BTXM bằng bê tông DOM 1-17**

Một giải pháp công nghệ xử lý mới cũng đã được đề xuất và áp dụng tại một số CHK, sân bay ở Việt Nam đó là bê tông DOM1-17. Quy trình công nghệ trải qua các bước sau [8]:

- Xác định phần bê tông nứt vỡ, xử lý bề mặt cũ: Cào bóc các mảnh vỡ, cắt đục tẩy phần hư hỏng, vệ sinh làm khô và sạch sẽ bề mặt bằng chổi, máy thổi bụi hoặc nén khí (Hình 10).
- Công tác trám và bằng bê tông DOM 1-17: Trộn và rải bê tông polymer DOM 1-17 vào vị trí đã được cào bóc, đục tẩy. Tiếp theo, san bằng theo kích thước và độ bằng phẳng của tấm BTXM (Hình 11); dùng đầm bàn hoặc lu nhẹ hoặc con lăn tạo độ chặt cho lớp rải; tạo nhám bề mặt bằng máy cắt tạo nhám; cắt khe bằng máy cắt; cuối cùng, vệ sinh mặt bằng, dụng cụ thiết bị thi công và bảo vệ bê tông trong thời gian 2 giờ từ khi kết thúc quá trình trộn rải để bê tông hình thành cường độ trước khi thông xe hoặc cho tàu bay vận hành.



Hình 10. Mặt bằng sửa chữa vết nứt ở góc tấm BTXM bằng bê tông DOM 1-17 [8]



Hình 11. Mặt cắt sửa chữa vết nứt ở góc tấm BTXM bằng bê tông DOM 1-17 [8]

**5.3. Công nghệ xử lý trám vá tấm BTXM bị hư hỏng trên mặt đường cứng sân bay bằng Uretek Rigid Ground**

Một giải pháp công nghệ xử lý trám vá tấm BTXM đã được áp dụng tại một số CHK, sân bay trên thế giới và ở Việt Nam đó là sử dụng công nghệ vật liệu Uretek Rigid Ground. Quy trình công nghệ trải qua các bước sau [1]:

- Bước 1: Làm ổn định nền đất dưới tấm BTXM để chịu được tải.
- Bước 2: Cắt khe mặt đường BTXM sâu trung bình 5 cm cho đến 15 cm nếu có ngàm, để bỏ đi phần tấm BTXM bị hư hỏng.
- Bước 3: Đục bỏ phần tấm BTXM hỏng cho đến lớp tốt.
- Bước 4: Vệ sinh bề mặt: BTXM được trám vá cần có bề mặt sạch và nhám, không có dầu mỡ, tạp chất. Dùng máy thổi hay khí nén để vệ sinh.
- Bước 5: Tạo liên kết cơ học bằng các bu-lông kết nối trên lớp BTXM cũ (Hình 12).



Hình 12. Cây bu-lông liên kết vào bề mặt tấm BTXM [1]

- Bước 6: Gắn tấm ván khuôn tạo khe.
- Bước 7: Phủ lớp kết dính Structural Rimer.
- Bước 8: Chuẩn bị vữa Rigid Ground Structural HT theo hướng dẫn: Trộn thêm chất đóng rắn vào phần Structural HT đã đông theo tỷ lệ rồi khuấy đều bằng máy khuấy trong 30 - 60 giây; trộn thêm 4 lần thể tích cát khô.
- Bước 9: Đổ vữa Rigid Ground Structural HT: Đổ vào chỗ cần trám và sau khi lớp kết dính đã khô hoặc khô đến khi bám da mà không dính. Dụng cụ để ép chặt vữa vào các cạnh, góc. Tạo rung để khử bọt không khí. Không rung quá nhiều để tránh phân tầng lớp vữa Structural HT.
- Bước 10: Dùng lưới thép đường kính 6 mm, bước 150 mm để gia cường sự liên kết của vữa.
- Bước 11: Để sửa chữa lỗ sâu 5 cm - 10 cm hay sâu hơn, dùng đá dăm trộn thêm với vữa Rigid Ground Structural HT để trám gần đầy bề mặt đến còn khoảng 1,5 - 2,5 cm rồi dùng cùng vữa Structural HT trám lên bề mặt.



Hình 13. Đổ vữa và thi công Rigid Ground Structural HT vào vị trí trám vá [1]

- Bước 12: Làm phẳng và làm tốt bề mặt vữa, không vuốt láng bề mặt quá nhiều.
- Bước 13: Hoàn thiện công trình có thể được đưa vào sử dụng sau 120 phút.

Giải pháp công nghệ vật liệu Uretek Rigid Ground cho thấy hiệu quả cao với nhiều ưu điểm vượt trội, khắc phục được các nhược điểm của phương pháp sửa chữa truyền thống, đặc biệt cường độ vật liệu trám và hình thành nhanh đã làm giảm thời gian sửa chữa các tấm BTXM, cho phép đưa CHK, sân bay vào khai thác nhanh chóng [1]. Tuy nhiên, đây cũng là giải pháp có giá thành vật liệu cao và chưa chủ động được nguồn vật liệu.

## 6. KẾT LUẬN

Hiện nay, trong điều kiện bất lợi trên thế giới và ở Việt Nam

có 3 nhóm giải pháp công nghệ xử lý nền móng mặt đường cứng sân bay:

- Giải pháp hạn chế nước xâm nhập vào nền móng của mặt đường cứng sân bay, trong đó chú trọng về khảo sát và kiểm tra thực trạng hệ thống thoát nước tại CHK, sân bay. Từ đó, có các biện pháp công nghệ cải thiện hệ thống thoát nước tại CHK, sân bay.

- Công nghệ gia cố nền móng của mặt đường cứng sân bay để cập tới phương pháp phun vữa polymer và phương pháp phủ vữa Silica siêu mịn, phù hợp với điều kiện khai thác tại CHK, sân bay.

- Công nghệ xử lý hư hỏng cấu trúc của mặt đường cứng sân bay, để cập tới phương pháp trám và tẩm BTXM hư hỏng bằng phương pháp truyền thống; trám và tẩm BTXM bằng bê tông DOM 1-17 và trám và bằng công nghệ vật liệu Uretek Rigid Ground.

Trong đặc điểm riêng tại các CHK, sân bay ở Việt Nam, khi nền móng mặt đường cứng sân bay thường gặp điều kiện bất lợi chính là bão hòa nước, nhận thấy phương pháp phun vữa polymer bằng vật liệu Uretek để xử lý là rất phù hợp. Tuy nhiên, giải pháp này hiện có giá thành cao và phụ thuộc nguồn vật liệu ở nước ngoài; cần xem xét nghiên cứu công nghệ này bằng vật liệu mới có nguyên lý hoạt động tương tự, để giảm thiểu chi phí thi công và chủ động cho nguồn vật liệu, thúc đẩy phát triển khoa học công nghệ trong nước.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả cảm ơn tới Trung tâm Khai thác Khu bay - Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất đã cung cấp số liệu và tạo điều kiện cho các tác giả trong quá trình nghiên cứu.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TCCS 06:2009/CHK (2009), Quy trình bảo dưỡng duy tu sân bay dân dụng Việt Nam, Cục Hàng không Việt Nam.
- [2]. Trần Trọng Sơn (2016), Nghiên cứu ứng dụng công nghệ Uretek Rigid Ground vào sửa chữa mặt đường BTXM tại Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học GTVT.
- [3]. Công ty TNHH MTV Thiết kế và Tư vấn Xây dựng Công trình Hàng không (ADCC) (2021), Báo cáo khảo sát hiện trạng công trình "Sửa chữa các vị trí hư hỏng đường CHK 25L/07R-Cảng HKQT Tân Sơn Nhất".
- [4]. <https://cafef.vn/de-xuat-chong-ngap-san-bay-tan-son-nhat-bang-may-bom-sieu-khung-20180619140945581.chn>.
- [5]. URETEK, Uretek Ground Engineering, URETEK Worldwide.
- [6]. Ngô Văn Quân, Phạm Huy Khang, Nguyễn Trọng Hiệp, Ngô Văn Tĩnh (2024), Nghiên cứu phương pháp đánh giá sự suy giảm cường độ và giải pháp xử lý nền móng mặt đường cứng sân bay trong điều kiện bất lợi ở Việt Nam, Tạp chí Xây dựng, số tháng 9.
- [7]. Báo cáo thực nghiệm của Công ty TNHH CS GEOTECH VINA về công nghệ phun silica và thực nghiệm tại Cà Mau.
- [8]. Bộ GTVT (14/11/2023), Quyết định số 1469/QĐ-BGTVT về việc phê duyệt Quy trình bảo trì công trình đường cất hạ cánh 25R/07L, đường lăn song song, các đường lăn nối và các hạng mục công trình phụ trợ đồng bộ - Dự án cải tạo, nâng cấp đường cất hạ cánh, đường lăn Cảng Hàng không quốc tế Tân Sơn Nhất.