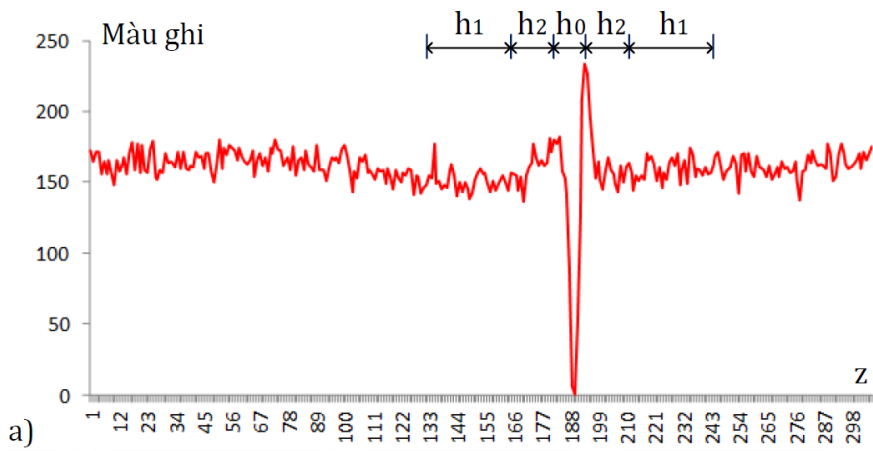


Hình 9. Phân tích màu ghi tại điểm ảnh xuất hiện lỗi cấu trúc

Thuật toán lọc do đó được tác giả căn cứ trên thực tế tính chất của các pha ảnh theo kết quả phân tích cường độ màu ghi: Tại các vị trí có các lỗi cấu trúc trong vật liệu, tính chất thay đổi thường không đột ngột (hình 9b), cường độ màu ghi trên ảnh tại vị trí đó thay đổi từ từ, sự chênh lệch giá trị cường độ màu ghi giữa 2 điểm ảnh liên tiếp không lớn (đường cường độ màu ghi thoải). Mặt khác, tại vị trí xuất hiện vết nứt, cường độ màu ghi thay đổi đột ngột, sự chênh lệch về cường độ màu ghi giữa 2 điểm ảnh cạnh của khu vực vết nứt khá lớn (đường cường độ màu ghi khá dốc).

Từ tính chất này, ta có thể sử dụng phương pháp giá trị cường độ màu ghi trung bình giữa 2 điểm ảnh cạnh nhau để loại bỏ các vị trí này.

Tại các vị trí có xuất hiện độ mở giữa các sợi composite trong quá trình phá hoại của mẫu thử, việc xác định thường khó khăn hơn do sự thay đổi mật độ cấu trúc cũng tương tự như đối với vết nứt. Để loại bỏ yếu tố này, ta có thể căn cứ vào sự khác nhau về độ mở của vết nứt và độ mở giữa các sợi composites. Để xác định độ mở này, ta sử dụng phương pháp phân tích theo phổ ảnh kết hợp biện pháp thống kê.



Hình 10. Phân tích tính chất thay đổi màu ghi tại vết nứt

a. Xây dựng thuật toán lọc

Gọi $g(z)$ là giá trị cường độ màu ghi tại mỗi điểm ảnh theo trục Oz.

Để loại bỏ các vân nhiễu xạ xuất hiện do lỗi cấu trúc của vật liệu, ta khảo sát mức độ thay đổi về cường độ màu ghi tại các điểm ảnh lân cận nhau theo công thức (1):

$$|\Delta(z)| = |g(z) - g(z - I)| \tag{1}$$

Với Δ là độ chênh cường độ màu ghi giữa 2 điểm ảnh lân cận nhau.

Gọi h_0 (đơn vị là pixel) là độ mở của vết nứt. Để phân biệt vị trí vết nứt với vị trí xuất hiện lỗi cấu trúc, ta tính giá trị trung bình Δ_1 của sự thay đổi màu ghi giữa 2 điểm ảnh lân cận nhau trong vùng h_0 theo công thức (2):

$$\Delta_1(z) = \frac{1}{h_0 + I} \cdot \sum_{j=z-0,5h_0}^{z+0,5h_0} |\Delta(j)| \tag{2}$$

Vì trong vùng xuất hiện vết nứt, giá trị trung bình này thường lớn hơn nhiều so với khu vực xuất hiện lỗi cấu trúc, do đó bằng phép lọc này, ta có thể loại bỏ được vân nhiễu xạ do lỗi cấu trúc.

Tại các vị trí xuất hiện độ mở giữa các sợi composite, cường độ màu ghi cũng thay đổi khá đột ngột do cơ chế phá hoại của vật liệu. Phương pháp sử dụng giá trị trung bình ở trên khó đảm bảo phân biệt triệt để được các vị trí này, do đó ta cần thực hiện phép lọc với bước nhảy cho phép vượt qua được vùng này. Giả sử độ rộng của vùng này là h_2 , ta đưa

vào giá trị độ rộng của vùng là h_1 . Giá trị này thỏa mãn phép lọc vượt qua được vùng xuất hiện nhiễu xạ do cơ chế phá hoại vật liệu ($h_1 \geq 2h_2 + h_0$).

Từ giá trị trung bình trong khoảng h_0 , tính toán giá trị trung bình tại khu vực lân cận vết nứt trong khoảng h_2 (bên trái và bên phải vết nứt) theo công thức:

$$[\Delta_l(z)]_{\Omega} = \frac{I}{2(h_1 + I)} \cdot \sum_{i \in \Omega} \Delta(i); \quad \Omega = [z - h_1 - h_2; z - h_2] \cup [z + h_2; z + h_1 + h_2] \quad (3)$$

Vị trí vết nứt được xác định dựa trên giá trị lớn nhất của tỷ số giữa giá trị trung bình trong khoảng h_0 $\Delta_l(z)$ và giá trị trung bình trong khoảng h_2 $(\Delta_l(z))_{\Omega}$ và được tính toán như công thức sau:

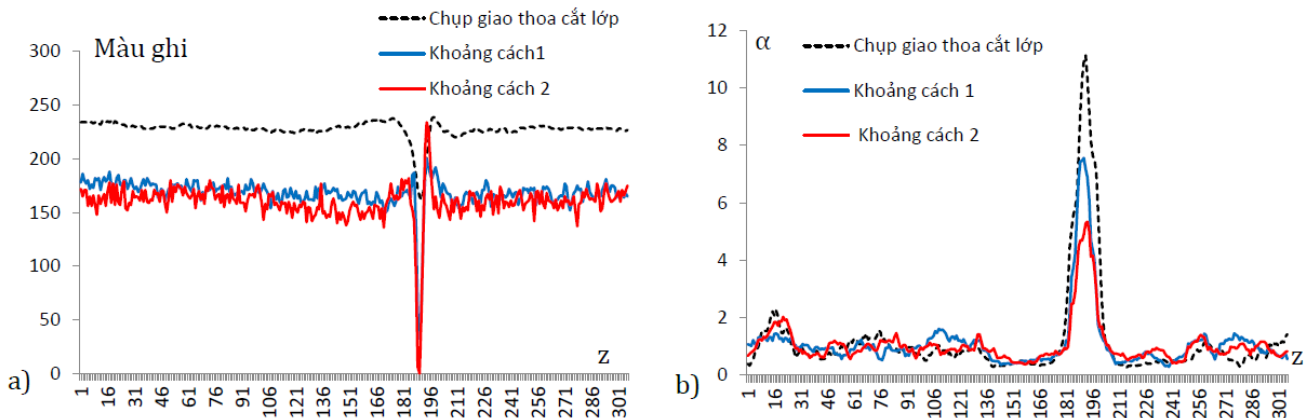
$$\alpha(z) = \frac{\Delta_l(z)}{[\Delta_l(z)]_{\Omega}} \quad (4)$$

Vị trí vết nứt tại độ cao z thỏa mãn $\alpha(z)$ đạt giá trị cực đại.

b. Kết quả phép lọc

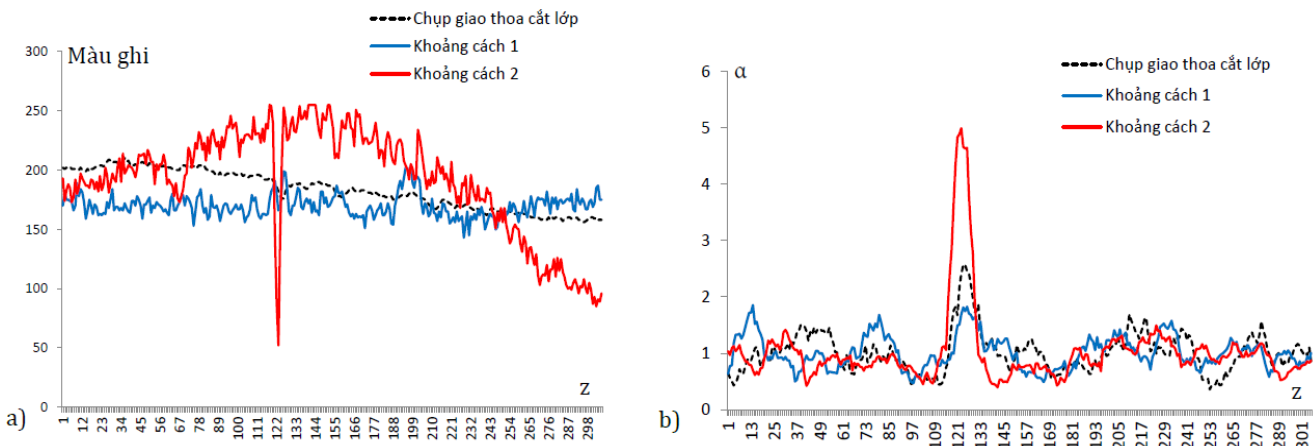
Áp dụng phân tích ảnh kích thước 400x400x306 voxel. Phân tích sự thay đổi cường độ màu ghi bằng phương pháp phổ theo phương trục Oz ta xác định được các giá trị h_0, h_1, h_2 . Giá trị này được xác định theo phép thống kê và lấy gần đúng như sau: $h_0=10$ voxel, $h_2 = 15$ voxel, $h_1=40$ voxel.

Áp dụng phép lọc trên trong phân tích ảnh. Kết quả phân tích khi chưa áp dụng phép lọc như hình 11a, kết quả phép lọc thể hiện như hình 11b).



Hình 11. Phân tích cường độ màu ghi tại điểm ảnh 173x188 theo chiều sâu mẫu

Kết quả của phép lọc khi loại bỏ vị trí có xuất hiện lỗi cấu trúc vật liệu được thể hiện rõ nét trong hình 12.



Hình 12. Phân tích cường độ màu ghi tại điểm ảnh 109x166 theo chiều sâu mẫu