



# HIỆU QUẢ KHI SỬ DỤNG CỐT SỢI THỦY TINH POLYME (GFRP) CHO CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG Ở VÙNG BIỂN, HẢI ĐẢO VIỆT NAM

Lê Văn Tuấn<sup>1</sup>, Phạm Xuân Anh<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Cốt sợi thủy tinh Polyme là loại vật liệu mới có nhiều ưu điểm về cường độ, trọng lượng nhẹ, khả năng chịu ăn mòn trong điều kiện môi trường nhiễm mặn, khi được sử dụng thay thế cốt thép có thể tiết kiệm đáng kể chi phí xây dựng. Bài viết sau dựa trên số liệu thực tế dự toán một số công trình đang xây dựng tại huyện đảo Trường Sa lượng hóa hiệu quả kinh tế mang lại nếu sử dụng vật liệu cốt sợi thủy tinh Polyme thay thế cốt thép nhờ giảm các yếu tố cấu thành giá trị dự toán thi công xây dựng.

**Từ khóa:** Cốt sợi thủy tinh Polyme; vật liệu.

**Summary:** Glass fibre reinforced polyme is a new material with many advance features in terms of strength, light weight, anti-corrosion ability on salty environment to replace for reinforcement for saving construction cost. This paper is based on practical calculated data on some projects built on Truong Sa island district to quantify gained economic effectiveness by using the glass fibre reinforced polyme instead of reinforcement, reducing parts of total construction costs.

**Keywords:** Glass fibre reinforced polymer; material.

Nhận ngày 29/9/2014, chỉnh sửa ngày 15/10/2014, chấp nhận đăng 31/10/2014



## 1. Giới thiệu chung

Vật liệu cốt sợi thủy tinh Polyme có những tính năng vượt trội về cường độ, khả năng chống ăn mòn dùng để thay thế một phần hoặc toàn bộ cốt thép trong các cấu kiện, công trình xây dựng đã được nhiều nước trên thế giới sử dụng. Cốt sợi thủy tinh Polyme thường dùng với ký hiệu GFRP viết tắt của thuật ngữ tiếng Anh “Glass Fiber Reinforced Polymer” [1,6]. Với tính chất kháng muối, axit và không bị ảnh hưởng bởi hầu hết các loại hóa chất GFRP thích hợp cho các công trình ở môi trường ô nhiễm, xâm thực hay nhiễm mặn. Ở nước ta vật liệu này là mới nhưng có tiềm năng ứng dụng rất lớn bởi lẽ số lượng, quy mô các công trình ở các vùng biển, đảo mới bắt đầu phát triển cũng như yếu tố lợi thế về giá thành GFRP trên thị trường Việt Nam quy đổi tương đương cốt thép có cùng khả năng chịu lực [5]. Tuy nhiên, việc sử dụng vật liệu này trên thực tế còn rất hạn chế bởi nhiều lý do trong đó có sự quan ngại của chủ đầu tư về việc tăng giá trị dự toán khi dùng vật liệu mới. Bài viết thông qua những nội dung phân tích kinh tế kỹ thuật của việc sử dụng cốt sợi GFRP thay thế cốt thép và kết quả tính toán cụ thể ở một số công trình cho thấy những hiệu quả kinh tế mang lại là đáng kể.

Việt Nam có hơn 3.000 đảo lớn, nhỏ với diện tích phần đất nổi khoảng 1.636 km<sup>2</sup>, được phân bố chủ yếu ở các vùng biển Đông Bắc và Tây Nam. Tuyến biển có 29 tỉnh, thành phố gồm: 124 huyện, thị xã, trong đó có 12 huyện đảo, 53 xã đảo với khoảng 20 triệu người sống ở ven bờ và 17 vạn người sống ở các đảo. Việc nghiên cứu, đẩy mạnh ứng dụng của khoa học công nghệ xây dựng cơ sở hạ tầng cho các vùng biển, ven biển và hải đảo ở nước ta vừa mang tính xu hướng vừa mang tính cấp thiết. Việc ứng dụng vật liệu sợi Polyme có thể được xem như “chìa khóa” góp phần thúc đẩy hiện thực hóa chiến lược phát triển cơ sở hạ tầng kỹ thuật các vùng biển đảo phục vụ phát triển kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng cho đất nước.

<sup>1</sup>ThS, Công ty TNHH Tư vấn Đại học Xây dựng. Email: letuan47kt2@gmail.com

<sup>2</sup>PGS. TS, Khoa Kinh tế và Quản lý Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng.



## 2. Phương pháp nghiên cứu

Bài viết sử dụng phương pháp nghiên cứu kết hợp nghiên cứu lý thuyết và thực tiễn. Sử dụng phương pháp khảo sát, thống kê số liệu. Phương pháp tổng hợp, phân tích kết hợp với phương pháp quan sát khoa học.



## 3. Nội dung phân tích Kinh tế - Kỹ thuật của việc sử dụng cốt sợi Polyme cho các công trình ở vùng biển, ven biển và hải đảo

Cốt sợi GFRP là loại vật liệu đã được sử dụng khá phổ biến ở những nước phát triển do một số đặc tính kỹ thuật ưu việt so với vật liệu truyền thống. Cốt sợi Polyme GFRP được đánh giá là một trong những loại vật liệu có tính cách mạng trong ngành công nghiệp xây dựng đặc biệt là ứng dụng cho các cầu kiện, kết cấu công trình xây dựng tại vùng biển và hải đảo.

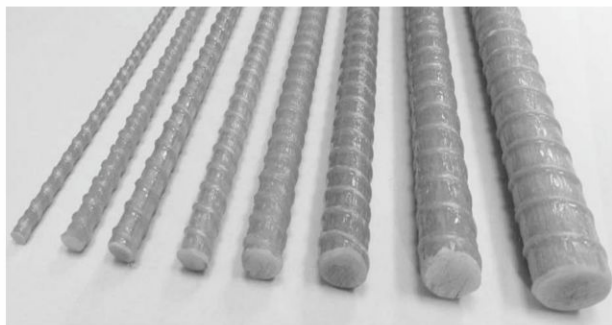
Hiện nay, với giải pháp thi công thông thường sử dụng các loại vật liệu truyền thống dẫn tới chi phí xây dựng các công trình ngoài hải đảo hay các vùng bị nhiễm mặn rất cao. Giá thành công trình tăng do phải thêm các chi phí về vận chuyển, sử dụng vật liệu chống ăn mòn... trong đó nguyên nhân chủ yếu là ở khâu vận chuyển biển. Theo khảo sát của nhóm tác giả với các công trình xây dựng ở Trường Sa, chi phí vận chuyển chiếm từ 20 đến 30% dự toán chi phí xây dựng công trình. Để giảm thiểu chi phí này, bắt buộc phải sử dụng các loại vật liệu nhẹ hoặc vật liệu tại chỗ, trong đó đề xuất sử dụng GFRP thay thế cốt thép là giải pháp mang lại hiệu quả cao [2 - 4].

Những nội dung phân tích cụ thể về kỹ thuật và kinh tế sau đây sẽ cho thấy hướng ứng dụng khả quan vật liệu này ở các công trình ở vùng biển, ven biển và hải đảo:

### 3.1 Phân tích về đặc tính kỹ thuật và phạm vi ứng dụng của cốt sợi GFRP

GFRP với thành phần chủ yếu tạo thành từ vật liệu cát trắng cho cấu kiện bê tông có nhiều ưu điểm so với cốt thép truyền thống như:

- Kháng muối và hóa chất, không bị ảnh hưởng bởi mưa axit, muối và hầu hết các loại hóa chất. Cường độ chịu kéo cao gấp 2,5 đến 3 lần cốt thép A-III.
- GFRP không đánh mất các tính chất của mình ở nhiệt độ thấp, khác với xu hướng gia tăng độ giòn của cốt thép khi giảm nhiệt độ. Hệ số giãn nở nhiệt của GFRP và bê tông tương đương nhau, tránh được nứt vỡ khi nhiệt độ làm việc thay đổi.



*Hình ảnh cốt thép cho kết cấu bê tông theo thời gian trong điều kiện môi trường vùng ven biển và thanh cốt sợi Polyme GFRP đường kính tới 20mm*

- Có trọng lượng riêng nhẹ hơn thép khoảng 5 lần, với yêu cầu cường độ chịu lực tương đương, khối lượng GFRP cần sử dụng nhẹ hơn khoảng 9 lần so với việc sử dụng cốt thép, do đó công tác lắp dựng nhanh và giảm đáng kể khối lượng công việc khi tiến hành công tác bê tông, cốt thép.

- Có thể sử dụng cốt GFRP với chiều dài bất kỳ. Thời gian khai thác sử dụng lâu dài và ổn định với các thông số kỹ thuật như ban đầu đến 80 năm.

Tất nhiên cốt sợi GFRP có tồn tại một số nhược điểm như tính chất suy giảm cường độ nhanh trong điều kiện nhiệt độ cao khi tiếp giáp nguồn nhiệt, gặp hỏa hoạn và hạn chế trong việc không thể gia công tại công trường đòi hỏi phải tăng cường việc chuẩn bị, tính toán định hình ngay tại dây chuyền sản xuất [5], [8].

Trên thế giới đã có các tiêu chuẩn cho việc sử dụng cốt sợi GFRP cho các kết cấu bê tông, kết cấu địa kỹ thuật ở phạm vi ứng dụng cụ thể như: Xây dựng dân dụng và công nghiệp, xây dựng cầu đường, công trình bảo vệ bờ, gia cố mái dốc, tường chắn, khai thác hầm mỏ... [6], [9]. Ở Việt Nam hiện nay mới chỉ giới hạn ở phạm vi sử dụng GFRP theo các tài liệu áp dụng tiêu chuẩn nước ngoài chủ yếu là Nga, Hoa Kỳ và các tiêu chuẩn cơ sở, chỉ dẫn kỹ thuật của các nhà sản xuất như Công ty cổ phần đầu tư phát triển công nghệ Đại học Xây dựng (NUCETECH), Công ty cổ phần cốt sợi Polyme Việt Nam (FRP).

Ngoài các hạn chế về kỹ thuật nêu trên, các chủ đầu tư còn nghi ngại về chi phí tăng thêm do giá bán vật liệu cốt sợi GFRP trên mặt bằng thế giới khá cao, xấp xỉ 3 lần so với cốt thép thường. Trên thực tế ở thị trường Việt Nam giá cốt sợi GFRP thấp hơn đôi chút so với giá thép thường khi quy đổi về các tiết diện có cùng khả năng chịu lực. Chi tiết số liệu thể hiện ở Bảng 1 dưới đây.

**Bảng 1.** Bảng so sánh giá quy đổi cốt sợi GFRP và cốt thép

| Cốt thép        |                  |                          | Cốt sợi GFRP            |                          |                  | Chênh lệch đơn giá quy đổi |
|-----------------|------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| Đường kính (mm) | Đơn giá (Đồng/m) | Khối lượng đơn vị (Kg/m) | Đường kính quy đổi (mm) | Khối lượng đơn vị (Kg/m) | Đơn giá (Đồng/m) |                            |
| 6               | 3.370            | 0,222                    | 4                       | 0,026                    | 1.900            | -1.470                     |
| 8               | 5.996            | 0,395                    | 6                       | 0,040                    | 2.700            | -3.296                     |
| 12              | 13.480           | 0,888                    | 8                       | 0,072                    | 4.800            | -8.680                     |
| 14              | 18.368           | 1,210                    | 10                      | 0,110                    | 7.500            | -10.868                    |
| 18              | 30.360           | 2,000                    | 12                      | 0,184                    | 11.000           | -19.360                    |
| 20              | 37.495           | 2,470                    | 14                      | 0,252                    | 14.900           | -22.595                    |
| 22              | 45.236           | 2,980                    | 16                      | 0,320                    | 19.500           | -25.736                    |
| 25              | 58.443           | 3,850                    | 18                      | 0,430                    | 24.600           | -33.843                    |

Ghi chú: Thông báo giá vào thời điểm tháng 8/2014, đơn giá đã bao gồm VAT và chưa bao gồm chi phí vận chuyển đến chân công trình. Tham khảo giá của Công ty Cổ phần cốt sợi Polyme Việt Nam và Công ty TNHH một thành viên Thép Hòa Phát. Khối lượng đơn vị lấy theo thông báo của nhà sản xuất [4].

### 3.2 Tính toán hiệu quả kinh tế khi ứng dụng của cốt sợi GFRP cho các công trình ở vùng biển, hải đảo theo các chi phí tổng hợp cấu thành giá trị dự toán xây dựng công trình

Số liệu thực tế thu thập từ Dự toán của 2 công trình: Doanh trại trạm quan trắc RD và Xây dựng nhà văn hóa PV. Thông qua phân tích cụ thể 2 công trình đã xây dựng tại huyện đảo Trường Sa nêu trên, nhóm nghiên cứu giả định sử dụng GFRP thay thế cốt thép. Kết quả tính toán lại cho thấy giá trị dự toán xây dựng 2 công trình này giảm đáng kể. Số liệu tính toán chi tiết thể hiện trong Bảng 2, Bảng 3.

**Bảng 2.** Bảng tính đơn giá thép đến chân công trình (Đơn vị tính: Đồng/kg)

| Công trình                   | Theo thông báo giá | Mạ kẽm | Vận chuyển bộ | Chi phí trung chuyển | Vận chuyển biển | Tổng cộng |
|------------------------------|--------------------|--------|---------------|----------------------|-----------------|-----------|
| Doanh trại trạm quan trắc RD | 17.570             | 5.500  | 75            | 126                  | 1.403           | 24.673    |
| Xây dựng nhà văn hóa PV      | 15.770             | 5.500  | 100           | 486                  | 1.318           | 23.174    |

**Bảng 3.** So sánh chi phí vận chuyển khi giả định thay thế cốt thép bằng GFRP (Đơn vị tính: Đồng)

| Stt | Khoản mục chi phí                                                                        | Giá trị theo phương án thông thường (đã duyệt) | Giá trị theo phương án giả định dùng GFRP | Chênh lệch  | Tỷ lệ giảm |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|------------|
| A   | Hạng mục Nhà ở, nhà làm việc và trạm quan trắc - Công trình Doanh trại trạm quan trắc RD |                                                |                                           |             |            |
|     | Tổng Chi phí vận chuyển                                                                  | 5.335.289.638                                  | 4.620.903.546                             | 714.386.092 | 13,39%     |
|     | Chi phí vận chuyển đường bộ                                                              | 202.554.390                                    | 182.298.951                               | 20.255.439  |            |
|     | Chi phí trung chuyển vật liệu                                                            | 1.222.614.067                                  | 1.075.900.379                             | 146.713.688 |            |
|     | Chi phí vận chuyển đường biển                                                            | 3.910.121.181                                  | 3.362.704.216                             | 547.416.965 |            |
| B   | Hạng mục Xây dựng nhà văn hóa PV                                                         |                                                |                                           |             |            |
|     | Tổng Chi phí vận chuyển                                                                  | 6.763.341.830                                  | 5.899.581.747                             | 863.760.083 | 12,77%     |
|     | Chi phí vận chuyển đường bộ                                                              | 309.196.737                                    | 269.001.161                               | 40.195.576  |            |
|     | Chi phí trung chuyển vật liệu                                                            | 1.547.435.489                                  | 1.361.743.231                             | 185.692.259 |            |
|     | Chi phí vận chuyển đường biển                                                            | 4.906.709.603                                  | 4.268.837.355                             | 637.872.248 |            |

Trên cơ sở kết quả so sánh chênh lệch tổng cộng về chi phí vận chuyển ở Bảng 3, kết quả tính toán thay đổi do giảm chi phí mạ kẽm và các khoản mục chi phí bảo quản khác, nhóm tác giả đã tiến hành tổng hợp dự toán cho 2 công trình này với phương án sử dụng cốt sợi GFRP sau đó so sánh với giá trị dự toán gốc cho kết quả chênh lệch với từng công trình cụ thể ở Bảng 4, Bảng 5 như sau:

**Bảng 4.** So sánh dự toán xây dựng công trình khi giả định thay thế cốt thép bằng GFRP - Hạng mục Nhà ở, nhà làm việc và trạm quan trắc, Công trình Doanh trại trạm quan trắc RD

| Stt | Khoản mục chi phí                       | Giá trị theo phương án thông thường (đã duyệt) | Giá trị theo phương án giả định dùng GFRP |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| I   | CHI PHÍ TRỰC TIẾP                       |                                                |                                           |
| 1   | Chi phí Vật liệu                        | 6.900.957.388                                  | 6.073.167.740                             |
| 2   | Chi phí Nhân công                       | 4.273.464.503                                  | 4.059.791.278                             |
| 3   | Chi phí Máy thi công                    | 42.195.794                                     | 40.086.004                                |
| 4   | Chi phí trực tiếp khác                  | 280.415.442                                    | 254.326.126                               |
|     | Cộng chi phí trực tiếp                  | 11.497.033.127                                 | 10.427.371.148                            |
| II  | CHI PHÍ CHUNG                           | 822.037.869                                    | 745.557.037                               |
| III | THU NHẬP CHỊU THUẾ TÍNH TRƯỚC           | 677.548.905                                    | 629.764.834                               |
|     | Chi phí xây dựng trước thuế             | 12.996.619.901                                 | 11.787.439.235                            |
| IV  | THUẾ GIÁ TRỊ GIA TĂNG                   | 1.299.661.990                                  | 1.178.743.923                             |
|     | Chi phí xây dựng sau thuế               | 14.296.281.891                                 | 12.966.183.158                            |
| V   | Chi phí xây dựng lán trại, nhà tạm      | 285.925.638                                    | 259.323.663                               |
| VI  | Giá trị xây lắp chưa có vận chuyển biển | 14.582.207.529                                 | 13.225.506.822                            |
| VII | Chi phí vận chuyển biển                 | 3.910.121.181                                  | 3.362.704.216                             |
| VI  | TỔNG CỘNG                               | 18.492.328.710                                 | 16.588.211.038                            |
|     | Chênh lệch giảm                         | 10,3%                                          |                                           |

**Bảng 5.** So sánh dự toán xây dựng công trình khi giả định thay thế cốt thép bằng GFRP - Hạng mục Xây dựng nhà văn hóa PV

| Stt | Khoản mục chi phí                       | Giá trị theo phương án thông thường (đã duyệt) | Giá trị theo phương án giả định dùng GFRP |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| I   | CHI PHÍ TRỰC TIẾP                       |                                                |                                           |
| 1   | Chi phí Vật liệu                        | 6.546.935.187                                  | 5.646.086.673                             |
| 2   | Chi phí Nhân công                       | 4.704.872.458                                  | 4.234.385.213                             |
| 3   | Chi phí Máy thi công                    | 49.584.559                                     | 44.626.103                                |
| 4   | Chi phí trực tiếp khác                  | 226.027.844                                    | 207.310.870                               |
|     | Cộng chi phí trực tiếp                  | 11.527.420.048                                 | 10.123.599.948                            |
| II  | CHI PHÍ CHUNG                           | 824.210.533                                    | 723.837.396                               |
| III | THU NHẬP CHỊU THUẾ TÍNH TRƯỚC           | 679.339.682                                    | 596.609.054                               |
|     | Chi phí xây dựng trước thuế             | 13.030.970.263                                 | 11.444.046.398                            |
| IV  | THUẾ GIÁ TRỊ GIA TĂNG                   | 1.303.097.026                                  | 1.144.404.640                             |
|     | Chi phí xây dựng sau thuế               | 14.334.067.289                                 | 12.588.451.038                            |
| V   | Chi phí xây dựng lán trại, nhà tạm      | 143.340.673                                    | 125.884.510                               |
| VI  | Giá trị xây lắp chưa có vận chuyển biển | 14.477.407.962                                 | 12.714.335.548                            |
| VII | Chi phí vận chuyển biển                 | 4.906.709.603                                  | 4.268.837.355                             |
| VI  | TỔNG CỘNG                               | 19.384.117.565                                 | 16.983.172.903                            |
|     | Chênh lệch giảm                         | 12,39%                                         |                                           |

Từ những phân tích tính toán chi tiết các yếu tố cấu thành và so sánh giá trị dự toán xây dựng 2 công trình ở Trường Sa đã cho thấy hiệu quả giảm bớt giá trị dự toán xây dựng ở các công trình vùng nhiệm mẫn, vùng biển, đảo một tỷ lệ đáng kể nhờ giảm các chi phí cấu thành như: chi phí vận chuyển, bảo quản tùy thuộc vào vị trí, địa điểm xây dựng công trình.

Tuy nhiên, việc sử dụng loại vật liệu này ở Việt Nam còn rất hạn chế do chưa có những tiêu chuẩn, định mức kinh tế kỹ thuật được cơ quan quản lý về xây dựng ban hành. Tìm hiểu thị trường hiện nay, những công trình có sử dụng GFRP còn rất khiêm tốn và được chủ yếu thuộc các dự án đầu tư thuộc nguồn vốn cổ

phần, vốn tự có của doanh nghiệp hay vốn tư nhân. Những công trình ngoài hải đảo, vùng môi trường nhiễm mặn chưa có được sự quan tâm sử dụng loại vật liệu này.

Hiện tại Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng đang triển khai hoàn thiện tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu cho kết cấu sử dụng vật liệu cốt sợi polyme GFRP. Trên cơ sở đó các đơn vị, cấp quản lý về lĩnh vực này sẽ tiến hành xây dựng định mức và đơn giá cho công tác thi công có sử dụng GFRP trong điều kiện Việt Nam.

Trong tương lai gần, theo đánh giá của nhóm nghiên cứu, việc xây dựng công trình ngoài hải đảo nếu sử dụng GFRP sẽ cho hiệu quả bước nhảy lớn (tiết kiệm trên 20% giá trị dự toán xây dựng công trình) khi kết hợp đồng bộ với các giải pháp khác như: Sử dụng bê tông cường độ cao, bê tông sử dụng nước mặn, bê tông sử dụng cốt liệu địa phương như cát mặn, vỏ sò.



## 6. Kết luận

Cốt sợi thủy tinh Polyme nhờ có những đặc điểm kỹ thuật ưu việt như đã phân tích ở trên nhất là khả năng chống ăn mòn dùng để thay thế một phần hoặc toàn bộ cốt thép trong các công trình xây dựng đã được sử dụng ở nhiều nước trên thế giới. Ở Việt Nam vật liệu cốt sợi GFRP là mới nhưng tiềm năng ứng dụng là rất lớn do yêu cầu đầu tư xây dựng các công trình ở các vùng biển, ven biển và hải đảo mới bắt đầu phát triển cũng như yếu tố lợi thế về giá thành của loại vật liệu này trên thị trường trong nước hiện nay. Bài viết đã lượng hóa hiệu quả giảm giá trị dự toán xây dựng thông qua phân tích tiết kiệm các yếu tố cấu thành nếu sử dụng vật liệu cốt sợi thủy tinh Polyme thay thế cốt thép dựa trên số liệu thực tế thu thập được từ một số công trình đang xây dựng tại huyện đảo Trường Sa.

Kết quả tính toán cho thấy tỷ lệ tiết kiệm 10-12% giá trị dự toán xây dựng ở trên là chưa kể đến các yếu tố tiết kiệm khác không lượng hóa được như tiết kiệm về hao phí nhân công, máy thi công nhờ tăng năng suất lao động trong thi công xây lắp. Ngoài ra, việc ứng dụng vật liệu sợi Polyme còn tạo những điều kiện thuận lợi nhất định trong khâu vận chuyển, bảo quản ở khâu thi công nhất là kéo dài tuổi thọ kết cấu của các công trình trong các điều kiện môi trường xâm thực ở các vùng biển đảo mở ra hướng tháo gỡ những hạn chế trong xu thế phát triển, mở rộng đầu tư xây dựng các công trình ở vùng biển, hải đảo của tổ quốc.

## Tài liệu tham khảo

1. Bộ Phát triển khu vực CHLB Nga (2013), *Tiêu chuẩn Kết cấu bê tông đặt cốt composit phi kim loại - Nguyên lý thiết kế*, Xuất bản lần 1.
2. Công ty cổ phần tư vấn đầu tư và thiết kế 13-5 (2012), *Hồ sơ dự toán xây dựng Công trình Nhà văn hóa PV*, Địa điểm xây dựng: Huyện Trường Sa.
3. Công ty cổ phần tư vấn đầu tư và thiết kế 13-5 (2011), *Hồ sơ dự toán xây dựng Công trình trạm quan trắc RĐ*, Địa điểm xây dựng: Huyện Trường Sa.
4. Công ty cổ phần cốt sợi Polyme Việt Nam (FRP) (2014), *Bảng Đặc trưng kỹ thuật và thông báo giá thép GFRP*.
5. Đỗ Đức Thắng (2012), "Triển vọng ứng dụng cốt sợi thủy tinh gia cường Polymer thay thế cốt thép trong kết cấu bê tông cốt thép ở Việt Nam", *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, số 14/12-2012.
6. СТО НОСТРОЙ (2013), *Tiêu chuẩn Áp dụng trong xây dựng kết cấu bê tông và Kết cấu địa kỹ thuật cốt sợi phi kim loại*, Moskva.
7. *Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Rebar - Aslan™ 100 series FIBERGLASS REBAR* (2011).
8. 440.2R-08 (2008), *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*.
9. Tiêu chuẩn ПРИМЕНЕНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ АСП И АБП В БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ phiên bản СТО-02495307-007-2012, 000 НПФ <<УралСпецАрматура>>, (2012).