

THỬ NGHIỆM GIA TỐC ĐÁNH GIÁ ĐỘ BỀN MỘT SỐ SẢN PHẨM KEO HÀNG KHÔNG CHẾ TẠO TRONG NƯỚC

NGUYỄN HỒNG PHONG, HÀ HỮU SƠN, LÊ QUỐC PHÂM,
NGUYỄN VĂN VINH, NGUYỄN THỊ YẾN

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, keo dán ngày càng được sử dụng rộng rãi để liên kết vật liệu trong hầu hết các lĩnh vực kỹ thuật. Các vật liệu được liên kết có thể có cùng bản chất hoặc khác bản chất. Trong quá trình khai thác, mỗi nối keo chịu tác động của nhiều yếu tố, trong đó có các yếu tố khí hậu, môi trường: nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ mặt trời... Mỗi yếu tố có mức độ tác động khác nhau tùy theo điều kiện sử dụng. Chẳng hạn như keo gắn kính sẽ chịu tác động lớn bởi bức xạ mặt trời và nhiệt độ, trong khi keo gắn gỗ sẽ chịu tác động nhiều hơn bởi độ ẩm. Đối với những loại keo gắn kim loại - kim loại, nhiệt độ là yếu tố tác động chủ yếu. Nhiệt độ làm kim loại co giãn với tốc độ lớn hơn tốc độ của lớp keo, do đó gây ứng suất nén giãn liên tục làm giảm độ bền mỗi nối keo.

Trên thế giới, nhiều phương pháp và tiêu chuẩn thử nghiệm đã được nghiên cứu, xây dựng để đánh giá độ bền của mỗi nối keo [1÷9]. Trong đó, thử nghiệm gia tốc sốc nhiệt là một phép thử khắc nghiệt thường được áp dụng cho các loại keo trong lĩnh vực hàng không.

Viện Độ bền Nhiệt đới (ĐBNĐ)/Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga đã nghiên cứu, chế tạo được 05 loại keo hàng không bằng nguồn nguyên liệu tại chỗ gồm: 88CA.VN, K-153.VN, KT-18.VN, K300-61.VN, E6-1C.VN đạt chất lượng tương đương so với 05 loại keo của Liên bang Nga: 88CA, K-153, KT-18, K300-61, E6-1C. Đối với các loại keo này, thường yêu cầu là phải có dải nhiệt độ làm việc rộng và chịu được sự thay đổi nhiệt độ đột ngột trong thời gian ngắn. Do vậy, việc thử nghiệm gia tốc sốc nhiệt cho các loại keo kể trên là một thử nghiệm cần thiết để đánh giá độ bền của chúng.

Bài báo trình bày một số kết quả thử nghiệm gia tốc sốc nhiệt cho 05 loại keo do Viện ĐBNĐ chế tạo (mẫu nghiên cứu), so sánh với các loại keo tương tự do Liên bang Nga sản xuất (mẫu đối chứng).

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ NGHIỆM

2.1. Đối tượng thử nghiệm

Đối tượng thử nghiệm là 05 sản phẩm keo nghiên cứu: K-153.VN; KT-18.VN; E6-1C.VN; 88CA.VN; K300-61.VN và 05 sản phẩm keo đối chứng: K-153; KT-18; E6-1C; 88CA; K300-61.

Trong đó, keo K-153, K300-61, KT-18 và E6-1C là các loại keo trên nền nhựa epoxy biến tính, keo 88CA là keo dán dung môi trên cơ sở cao su neopren.

2.2. Phương pháp thử nghiệm

2.2.1. Phương pháp thử nghiệm gia tốc

Phương pháp thử nghiệm gia tốc được thực hiện theo tiêu chuẩn [10]. Một chu kỳ thử nghiệm được thực hiện như sau: mẫu được đưa vào tủ nhiệt ẩm ở nhiệt độ $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ và độ ẩm 95% trong 16 h. Sau đó chuyển mẫu sang tủ lạnh sâu ở nhiệt độ $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$ giữ trong 3 h. Đưa mẫu trở lại tủ nhiệt ẩm ở nhiệt độ $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ và độ ẩm $(50 \pm 5)\%$ trong 5 h.

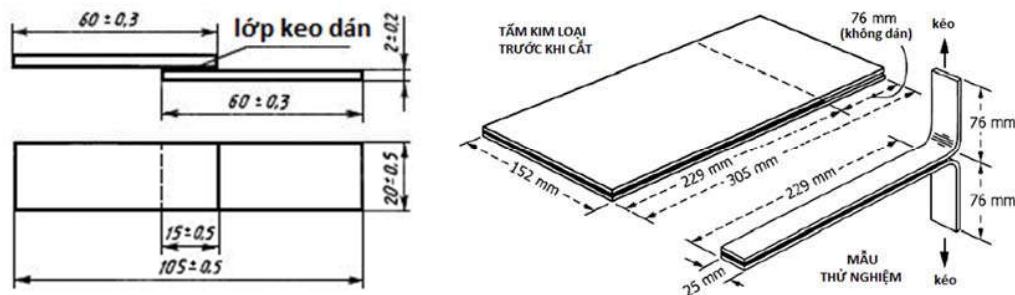
Thử nghiệm được thực hiện liên tục 15 chu kỳ. Lấy mẫu đánh giá độ bền mỗi nối keo sau 3, 5, 7, 10, 15 chu kỳ. Mẫu được để ổn định ở điều kiện phòng trong 24 h trước khi đánh giá độ bền mỗi nối keo.

2.2.2. Phương pháp đánh giá độ bền mỗi nối keo

Đánh giá độ bền kéo trượt của mỗi nối keo (kim loại - kim loại) theo tiêu chuẩn [11] cho 4 loại keo: K-153, KT-18, K300-61, E6-1C.

Đánh giá độ bền tách 90° (90° Peel Strip Trength) và 180° (180° Peel Strip Strength) của mỗi nối keo 88CA (thép-cao su) theo tiêu chuẩn [12].

Đánh giá độ bền tách 90° (T-peel strength) của mỗi nối keo (kim loại-kim loại) theo tiêu chuẩn [13] đối với 4 loại keo K-153, KT-18, K300-61, E6-1C.



Hình 1. Kích thước mẫu thử độ bền kéo trượt (trái) và độ bền tách 90° (phải) của mỗi nối keo giữa kim loại-kim loại

Đối với keo dán kim loại - kim loại, độ bền trượt của mỗi nối keo là chỉ tiêu có trong yêu cầu kỹ thuật của các loại keo. Chỉ tiêu độ bền tách 90° là chỉ tiêu được thực hiện nhằm mục đích tham khảo, so sánh giữa keo nghiên cứu và các loại keo đối chứng.

Đối với keo 88CA gắn thép với cao su, chỉ tiêu độ bền tách 180° có trong yêu cầu kỹ thuật của keo, chỉ tiêu độ bền tách 90° là chỉ tiêu được thực hiện nhằm mục đích tham khảo, so sánh.

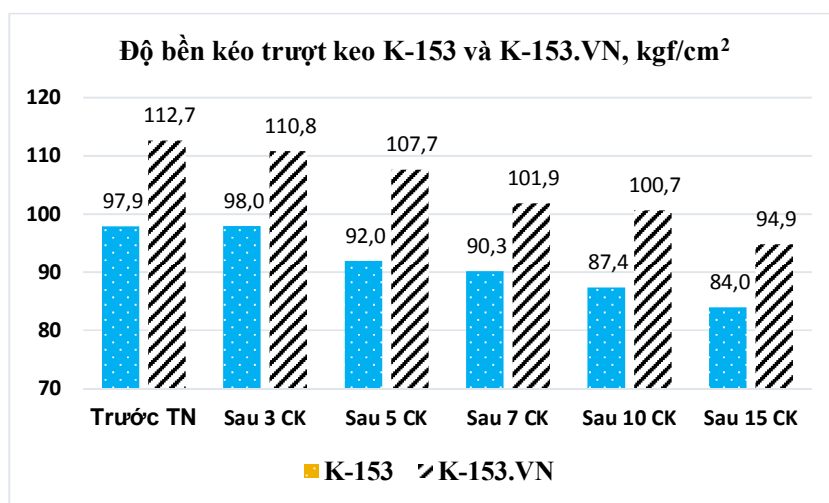
Độ bền kéo trượt của mỗi nối keo được tính là giá trị trung bình của 6 mẫu (6 lần đo). Độ bền tách 90° là giá trị trung bình của 10 mẫu, độ bền tách 180° và tách 90° là giá trị trung bình của 5 mẫu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả đo các chỉ tiêu có trong yêu cầu kỹ thuật của các loại keo

3.1.1. Keo K-153 và K-153.VN

Độ bền kéo trượt của mỗi nối keo K-153 và K-153.VN theo chu kỳ thử nghiệm được thể hiện trên hình 2.



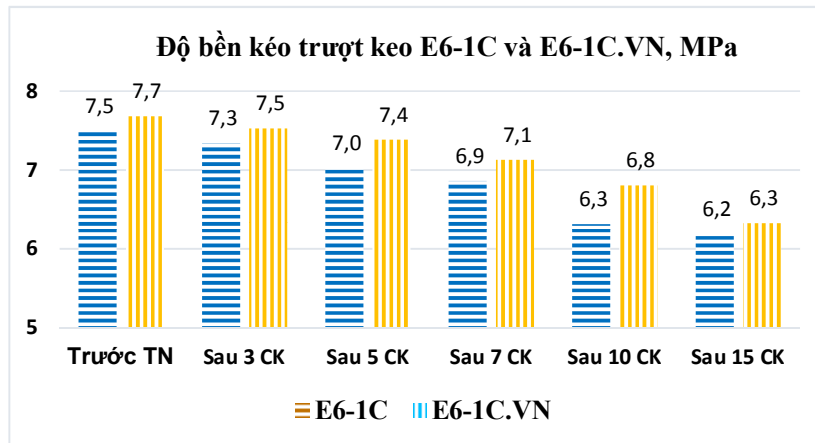
Hình 2. Độ bền kéo trượt mẫu keo K-153 và K-153.VN

Kết quả trên đồ thị cho thấy, trước khi thử nghiệm sốc nhiệt, keo K-153.VN có độ bền kéo trượt cao hơn keo đối chứng. Sau 15 chu kỳ thử nghiệm sốc nhiệt, mức suy giảm độ bền kéo trượt của keo K-153.VN là 15,8%, của keo K-153 là 14,2%.

Theo yêu cầu kỹ thuật của keo K-153 [14], độ bền kéo trượt của mỗi nối keo không nhỏ hơn 58,8 kgf/cm². Đối chiếu với yêu cầu này, sau 15 chu kỳ thử nghiệm gia tốc sốc nhiệt, cả keo K-153 và keo K-153.VN đều có độ bền đạt yêu cầu.

3.1.2. Keo E6-1C và E6-1C.VN

Độ bền kéo trượt của mỗi nối keo E6-1C và E6-1C.VN theo chu kỳ thử nghiệm được thể hiện trên hình 3.



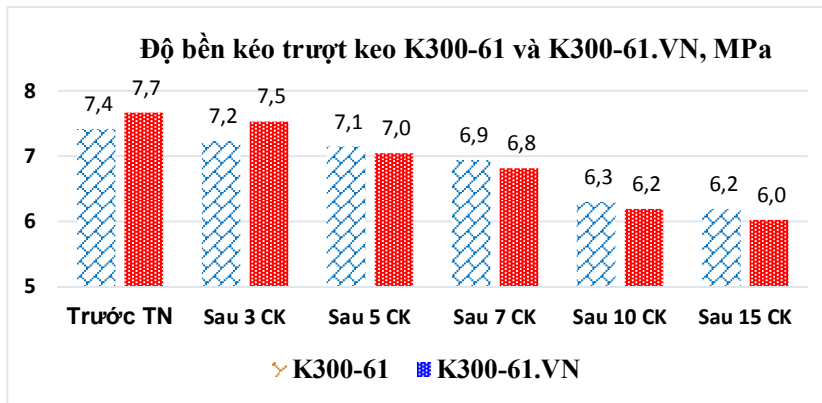
Hình 3. Độ bền kéo trượt mẫu keo E6-1C và E6-1C.VN

Kết quả trên đồ thị cho thấy, trước khi thử nghiệm sốc nhiệt, keo E6-1C.VN có độ bền kéo trượt cao hơn keo E6-1C: 7,7 MPa so với 7,5 MPa. Sau 15 chu kỳ thử nghiệm sốc nhiệt, mức suy giảm độ bền kéo trượt của keo E6-1C.VN là 17,7% so với 17,4% của keo E6-1C.

Theo yêu cầu kỹ thuật của keo E6-1C [15], độ bền kéo trượt của mỗi nối keo không nhỏ hơn 7 MPa. Kết quả thử nghiệm trên hình 3 cho thấy, sau 7 chu kỳ thử nghiệm sốc nhiệt, độ bền kéo trượt của keo K-153 đã suy giảm quá ngưỡng giới hạn (6,9 MPa), trong khi keo nghiên cứu còn giữ được ở giá trị 7,1 MPa.

3.1.3. Keo K300-61 và K300-61.VN

Độ bền kéo trượt của mỗi nối keo K300-61 và K300-61.VN theo chu kỳ thử nghiệm được thể hiện trên hình 4.

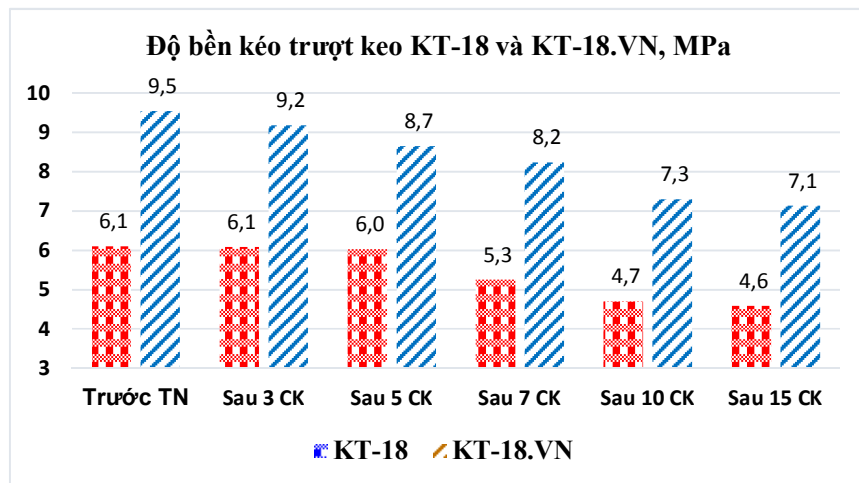


Hình 4. Độ bền kéo trượt mẫu keo K300-61 và K300-61.VN

Đồ thị hình 4 cho thấy, trước khi thử nghiệm sốc nhiệt, keo K300-61.VN có độ bền kéo trượt cao hơn keo đối chứng. Tuy nhiên, sau 15 chu kỳ thử nghiệm sốc nhiệt, mức suy giảm độ bền kéo trượt của keo K300-61.VN là 21,4%, cao hơn so với 16,5% của keo K300-61.

3.1.4. Keo KT-18 và KT-18.VN

Độ bền kéo trượt của mỗi nối keo KT-18 và KT-18.VN theo chu kỳ thử nghiệm được thể hiện trên hình 5.

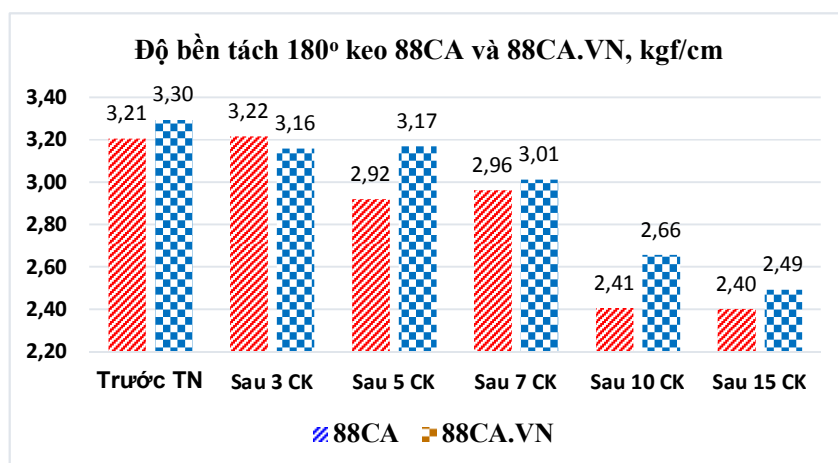


Hình 5. Độ bền kéo trượt mẫu keo KT-18 và KT-18.VN

Đồ thị hình 5 cho thấy, trước và trong quá trình thử nghiệm sốc nhiệt, keo KT-18.VN có độ bền kéo trượt cao hơn hẳn so với độ bền kéo trượt của keo KT-18. Sau 15 chu kỳ thử nghiệm sốc nhiệt, mức suy giảm độ bền kéo trượt của keo KT-18.VN là 25,3%, cao hơn không đáng kể so với 24,8% của keo KT-18.

3.1.5. Keo 88CA và 88CA.VN

Độ bền tách 180° của mỗi nối keo 88CA và keo 88CA.VN theo chu kỳ thử nghiệm được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Độ bền tách 180° của mẫu keo 88CA và keo 88CA.VN

Kết quả thử nghiệm cho thấy, trước khi thử nghiệm sốc nhiệt, keo 88CA.VN có độ bền tách 180° cao hơn keo đối chứng. Sau 15 chu kỳ thử nghiệm sốc nhiệt, mức suy giảm độ bền kéo trượt của keo KT-18.VN là 24,4% so với 25,1% của keo KT-18.

Theo yêu cầu kỹ thuật của keo 88CA [16], độ bền kéo tách 180° không thấp hơn 2,36 kgf/cm. Đồ thị trên cho thấy, sau 15 chu kỳ thử nghiệm sốc nhiệt, cả mẫu keo 88CA thử nghiệm và keo đối chứng vẫn giữ được giá trị độ bền theo yêu cầu kỹ thuật.

3.2. Kết quả đo các chỉ tiêu tham khảo, so sánh

Chỉ tiêu độ bền tách 90° của keo 88CA và tách 90° của 04 loại keo còn lại là các chỉ tiêu mang tính tham khảo, không có trong yêu cầu kỹ thuật của các loại keo. Kết quả đo được trình bày trên bảng 1.

Bảng 1. Độ bền của các loại keo, kgf/cm

Loại keo	Trước TN	Sau 3 chu kỳ	Sau 5 chu kỳ	Sau 7 chu kỳ	Sau 10 chu kỳ	Sau 15 chu kỳ	Mức suy giảm (%)
K-153	7,65	7,31	7,19	6,66	6,13	4,85	36,59
K-153.VN	7,93	7,63	7,66	6,82	6,22	5,32	32,90
E6-1C	7,18	6,92	6,26	6,24	5,77	5,19	27,70
E6-1C.VN	7,34	6,82	6,56	6,27	5,33	5,17	29,54
K300-61	7,24	7,00	6,37	6,12	5,60	5,32	26,50
K300-61.VN	7,10	6,74	6,72	6,11	5,76	5,09	28,34
KT-18	7,14	6,76	6,77	6,25	6,00	5,16	27,63
KT-18.VN	7,98	7,63	7,24	6,16	5,45	5,29	33,72
88CA	6,42	6,20	6,16	5,38	5,14	4,46	30,49
88CA.VN	6,52	6,29	5,74	5,62	4,97	4,51	30,91

Kết quả bảng 1 cho thấy, độ bền tách 90° của các mối nối keo gắn kim loại - kim loại có mức độ suy giảm trong khoảng 25-30%, đây là giá trị cao hơn so với mức độ suy giảm của độ bền kéo trượt. Điều này có thể được lý giải như sau: Mỗi mối nối keo được tạo thành bởi các vật liệu không cùng bản chất (kim loại-keo-kim loại), các vật liệu này có tính chất cơ lý khác nhau. Trong quá trình thử nghiệm gia tốc sốc nhiệt, các mẫu được chuyển từ điều kiện nhiệt độ dương sang nhiệt độ âm và ngược lại trong khoảng thời gian rất ngắn (tính bằng phút) khiến cho chúng bị co - giãn đột ngột với tốc độ khác nhau tạo ra ứng suất nén, giãn liên tục bên trong mối nối, do đó làm giảm độ liên kết giữa lớp keo với kim loại. Với các mẫu mà diện tích gắn kết giữa keo với kim loại càng lớn (mẫu để thử nghiệm độ bền tách 90°) thì mức độ ảnh hưởng bởi tác động sốc nhiệt càng lớn. Những mẫu mà diện tích gắn kết giữa keo với kim loại nhỏ hơn (mẫu để thử nghiệm độ bền kéo trượt) thì sẽ bị ảnh hưởng ít hơn. Thực tế quan sát các mối nối keo trong quá trình thử nghiệm cũng thể hiện rõ điều này (hình 7). Một số mẫu để đo độ bền tách 90° đã bị bong mối nối keo ở vị trí uốn vuông góc, trong khi đó ở các mẫu keo dùng để đo độ bền kéo trượt không có hiện tượng này.



Hình 7. Mối nối keo bị bong tại vị trí uốn vuông góc khi thử nghiệm sức nóng

Nhận xét chung: Hầu hết các chỉ tiêu độ bền mối nối keo của cả 05 loại keo nghiên cứu trước khi thử nghiệm gia tốc sức nóng đều cao hơn so với keo đối chứng và đều đạt so với yêu cầu kỹ thuật (ngoại trừ keo K300-61.VN có chỉ tiêu độ bền tách 90° thấp hơn so với keo K300-61, tuy nhiên chỉ tiêu này là chỉ tiêu tham khảo). Điều này có thể được giải thích là do các mẫu keo đối chứng có thời gian bảo quản (từ khi sản xuất đến khi thử nghiệm) dài hơn so với các mẫu keo nghiên cứu.

Sau 15 chu kỳ thử nghiệm sức nóng, hầu hết các chỉ tiêu độ bền của các loại keo nghiên cứu có giá trị cao hơn không nhiều so với mẫu keo đối chứng, như vậy có thể coi là tương đương (ngoại trừ chỉ tiêu độ bền kéo trượt của keo KT-18.VN và K-153.VN cao hơn so với KT-18 và K-153).

4. KẾT LUẬN

1. Sau 15 chu kỳ thử nghiệm, độ bền của mối nối keo nghiên cứu và keo đối chứng đều bị suy giảm, trong đó độ bền tách 90° có sự suy giảm lớn hơn so với độ bền kéo trượt.

2. Keo KT-18.VN và K-153.VN có độ bền kéo trượt cao hơn hẳn so với keo đối chứng. Sau 15 chu kỳ thử nghiệm sức nóng, các chỉ tiêu độ bền khác của các loại keo nghiên cứu và keo đối chứng không có sự khác biệt quá lớn, có thể coi là tương đương nhau.

3. Sau 15 chu kỳ thử nghiệm gia tốc sức nóng, độ bền kéo trượt của keo K-153.VN và K-153, độ bền tách 180° của keo 88CA và 88CA.VN vẫn lớn hơn mức quy định trong yêu cầu kỹ thuật của các loại keo này. Keo E6-1C.VN bền đến hết chu kỳ thứ 7, trong khi đó, keo E6-1C bền đến hết chu kỳ thứ 5.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Broughton W.R., Mera R.D., *Environmental Degradation of Adhesive Joints. Accelerated Testing*, NPL Report CMMT(A) 197, 1999.
2. Broughton W.R., Mera R.D., *Review of Durability Test Methods and Standards for Assessing Long Term Performance of Adhesive Joints*, NPL Report CMMT (A) 61, 1997.
3. Vaughan L.F., Adams R.D., *Test Methods for Determining Shear Property Data for Adhesives Suitable for Design. Part 3: The Thick Adherend Test*, MTS Adhesive Programme, Project 1: Basic Mechanical Properties for Design, Report No.8, 1996.
4. Ефимов В.А., Петрова А.П., Аниховская Л.И., *Ускоренные испытания клеевых соединений./ Клеи. Герметики. Технологии*, №7, 2005.
5. ASTM D1183 - 03, *Standard Practices for Resistance of Adhesives to Cyclic Laboratory Aging Conditions*, 2011..
6. ASTM D 3434-00, *Standard Test Method for Multiple-Cycle Accelerated Aging Test (Automatic Boil Test) for Exterior Wet Use Wood Adhesives*, 2013.
7. ASTM D 3632-98, *Standard Test Method for Accelerated Aging of Adhesive Joints by the Oxygen-Pressure Method*, 2011.
8. ISO 14615:1997, *Adhesives - Durability of structural adhesive joints - Exposure to humidity and temperature under load*.
9. BS EN 2243-5:2005, *Structural adhesives. Test method. Ageing tests*.
10. ISO 9142:2003, *Adhesives - Guide to the selection of standard laboratory ageing conditions for testing bonded joints*.
11. ГОСТ 14759-69, *Клеи. Метод определения прочности при сдвиге*.
12. ГОСТ 411-77, *Резина и клей. Методы определения прочности связи с металлом при отслаивании*.
13. ASTM D1876-08, *Standard Test Method for Peel Resistance of Adhesives (T-Peel Test)*.
14. ТУ 6-05-1584-86, *Смола эпоксидная модифицированная марки К-153А*.
15. ОСТ 84-167-90, *Отраслевой стандарт. Компаунд на основе эпоксидных смол*.
16. ТУ 38.105.1760-89, *Клей резиновый 88СА. Технические условия*

SUMMARY

ACCELERATED TEST FOR DETERMINATION OF BONDING STRENGTH OF SOME ADHESIVES MANUFACTURED IN VIETNAM

This article presents result of accelerated test according to Annex D.3 Cycle D2 - Heat, cold (thermal shock) and humidity cycle of standard ISO 9142: 2003 for determination of bonding strength of 5 adhesives manufactured in Vietnam. They are: K-153.VN, KT-18.VN, E6-1C.VN, K300-61.VN, 88CA.VN. Herewith, the first four adhesives are based on modified epoxy while 88CA.VN is a neoprent rubber solvent based adhesive. These adhesives are intended to be used in aviation field. The accelerated test was lasting in 15 cycles, each cycle is equal to 24 hours. The T-peel strength and shear strength of the four epoxy based adhesives has been assessed in relation to standards ASTM D1876-08 and FOCT 14759-69 respectively. While the 180° and 90° Peel Strip Strength of adhesive 88CA.VN has been evaluated according to standard FOCT 411-77. The assessment of bonding strength has been conducted after 3, 5, 7, 10, and 15 test cycles. It is shown that, the bonding strength of all adhesives has been reduced during the test process. Moreover, the decrease rate of T-peel strength was higher than that of shear strength. After 15 cycles of accelerated test, the shear strength of K153.VN adhesive, as well as the 180° Peel Strip Strength of 88CA.VN one were still higher than the required strength level for these adhesives. In addition, E6-1C.VN adhesive remained durable after seven cycles.

Keywords: Accelerated test, adhesives, shear strength, T-peel strength, 180° Peel Strip Strength, 90° Peel Strip Strength.

Nhận bài ngày 30 tháng 8 năm 2018

Phản biện xong ngày 10 tháng 9 năm 2018

Hoàn thiện ngày 22 tháng 10 năm 2018

Viện Độ bền nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga