

Khảo sát tính chất sợi xơ dừa sản xuất bằng máy đập tước liên hoàn tại Bến Tre và nghiên cứu xử lý sợi bằng NaOH

- Nguyễn Quốc Việt^b
- Nguyễn Vũ Việt Linh^b
- Phạm Ngọc Sinh^b
- Nguyễn Ngọc Kim Tuyền^b
- Phan Minh Trí^a
- Nguyễn Đắc Thành^{a,b}

a-Trung tâm Nghiên cứu Vật Liệu Polyme - Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM.

b-Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Vật liệu Polyme và Compozit- Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 10 tháng 10 năm 2014, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 16 tháng 12 năm 2014)

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, vật liệu composite gia cường bằng sợi xơ dừa đang được quan tâm nghiên cứu vì tính thân thiện môi trường của các sản phẩm từ nguyên liệu này. Việt Nam là một đất nước có sản lượng quả dừa lớn, trong đó tập trung ở tỉnh Bến Tre. Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi tập trung nghiên cứu khảo sát kích thước của sợi xơ dừa tại Bến Tre được tách ra từ vỏ quả dừa khô bằng máy đập tước liên hoàn, đánh giá độ bền kéo trung bình của sợi có vùng tập trung về đường kính sợi lớn nhất; đồng thời khảo sát ảnh

hưởng của quá trình xử lý sợi bằng NaOH đến độ bền kéo đứt, đường kính trung bình của sợi và tính chất cơ lý composite nền nhựa polyester không no. Kết quả cho thấy xử lý sợi bằng NaOH làm giảm đường kính trung bình sợi và mức độ giảm đường kính tăng lên khi tăng nhiệt độ xử lý và tăng nồng độ NaOH. Xử lý sợi bằng NaOH ở điều kiện êm dịu (5% NaOH, 50°C) làm tăng độ bền kéo đứt của sợi hơn 40%. Sợi xử lý cải thiện độ bền kéo và bền uốn của composite nền nhựa polyester không no so với composite sử dụng sợi chưa xử lý.

Từ khóa: Sợi thiên nhiên, Sợi xơ dừa, Nhựa Urê-Formandehyt, Compozit nền polymer.

1. GIỚI THIỆU

Song hành với sự phát triển của xã hội, các sản phẩm sử dụng sợi thiên nhiên thân thiện với môi trường đang là xu hướng chung của thế giới

và Việt Nam. Với những ưu điểm nổi trội của sợi xơ dừa như nguồn nguyên liệu dồi dào, rẻ, có khả năng tái sử dụng, ứng dụng được trong nhiều loại sản phẩm và sợi có nhiều tính chất ưu việt như chịu được nhiệt độ, chịu nước muối,

giảm độ co ngót và độ dẫn nhiệt của composite nền nhựa cốt sợi[1].

Sợi xơ dừa được tách ra từ vỏ quả dừa khô. Sợi xơ dừa có thể dùng để gia cường cho cả nhựa nhiệt dẻo và nhựa nhiệt rắn. Tính chất cơ lý của composite phụ thuộc vào độ bám dính của sợi và nhựa nền. Yousif B.F. và Ku H. đã nghiên cứu những đặc tính bám dính của sợi xơ dừa với nhựa polyester trong những môi trường ăn mòn khác nhau [2]. Vật liệu composite nền polymer và sợi xơ dừa dùng cho công nghiệp và các ứng dụng kinh tế xã hội như ô tô, nội thất, tấm lợp và vật liệu xây dựng, bồn chứa, mũ bảo hiểm, lớp phủ ổn định điện áp [2], [3], [4]. Hạn chế chính của sợi xơ dừa là độ hút ẩm cao. Tuy nhiên có thể giảm khả năng hút ẩm của sợi xơ dừa bằng xử lý hóa học. Asasutjarit chanakan và cộng sự đã nghiên cứu tính chất composite từ sợi xơ dừa và nhựa epoxy, khảo sát mức độ xử lý sợi bằng dung dịch kiềm (2-10% trong 10 ngày) và chiều dài sợi (10, 20 và 30 mm). Sợi xử lý kiềm làm tăng độ bền va đập của composite, kết quả tốt nhất khi xử lý kiềm nồng

độ 8% và chiều dài sợi 30 mm [5]. Sợi xơ dừa gia cường nhựa polypropylene, độ bền uốn tốt khi hàm lượng sợi trong khoảng 40-60%, nếu hàm lượng sợi tăng thêm độ bền uốn giảm [3].

Hàng năm thế giới sử dụng 5 tỷ trái dừa để sản xuất sợi, tập trung chủ yếu ở các nước như Ấn Độ, Sri Lanka, Thái Lan và Việt Nam. Sản lượng dừa Bến Tre chiếm khoảng 1/3 sản lượng dừa cả nước [6]. Tuy nhiên ở Việt Nam chưa có những nghiên cứu sâu về sợi xơ dừa Bến Tre. Bài báo này sẽ phân tích, đánh giá một số tính chất và ảnh hưởng của việc xử lý NaOH lên tính chất sợi xơ dừa Bến Tre.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu

Sợi rối xơ dừa Bến Tre, được sản xuất bằng máy đập tước liên hoàn, do Công ty TNHH Sáu Nhu thuộc ấp Vĩnh Khánh, xã An Thạnh, huyện Mô Cày Nam, Tỉnh Bến Tre cung cấp.



Hình 1. Sợi xơ dừa Bến Tre

NaOH rắn 96% của hãng Guangdong, Trung Quốc.

Nhựa polyester không no (UPE) SHCP 286 BQT của hãng SHCP, Singapore.

Ethyl methyl ketone peroxide (MEKP) Trigonox V388 - AkzoNobel.

2.2. Phương pháp xử lý sợi

Sợi xơ dừa được loại bỏ phần mùn còn bám lại trên sợi, sau đó ngâm với nước trong 24h. Sợi sau khi ngâm trong nước được đem phơi khô tự nhiên trong 5 ngày. Sau đó tiến hành xử lý NaOH tại các nồng độ 3%, 5% và 7%, nhiệt độ xử lý tại 40°C, 50°C và 60°C trong 6h.

Kết thúc quá trình xử lý bằng NaOH, rửa sạch sợi với nước đến khi trung tính, đem sấy khô đến khi độ khô của sợi đạt 90%.

2.3. Phương pháp đánh giá tính chất sợi

2.3.1. Sự phân bố đường kính sợi và đường kính sợi trung bình.

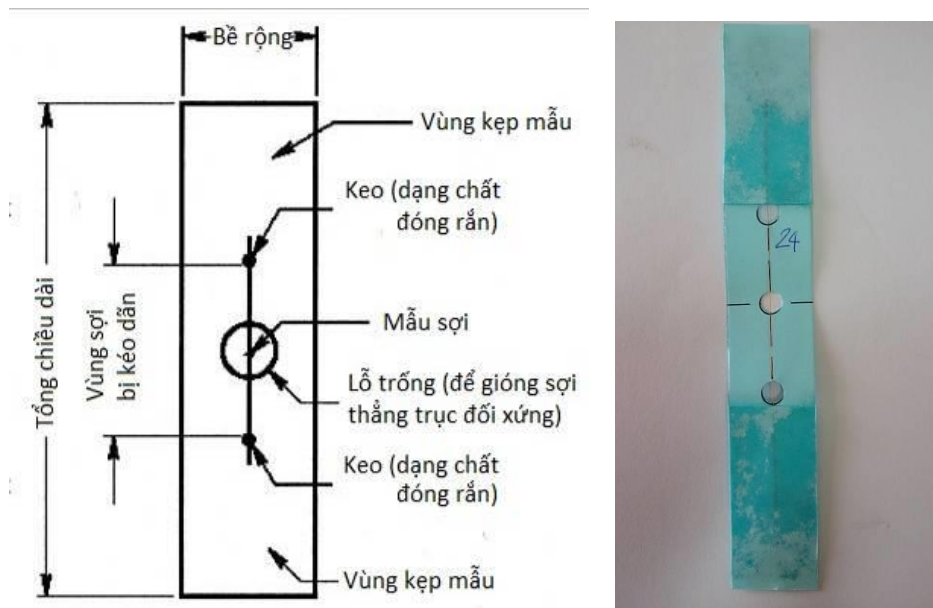
Do đặc tính của sợi thiên nhiên, có sự không đồng đều về đường kính sợi giữa các sợi khác nhau và dọc theo chiều dài sợi. Tiến hành đo ngẫu nhiên 1500 sợi rơm xơ dừa chưa xử lý NaOH bằng thước kẹp ID-C112EXBS của Hãng Mitutoyo, Nhật Bản. Độ chính xác của thiết bị: $\pm 1\mu\text{m}$. Đối với mỗi sợi, đo 6 điểm khác nhau, ghi nhận giá trị trung bình của 6 điểm này là D.

Giá trị đường kính sợi D của 1500 sợi xơ dừa trong khoảng $50\mu\text{m} - 600\mu\text{m}$ được chia làm 11 khoảng như sau: $50\mu\text{m} \leq D < 100\mu\text{m}$, $100\mu\text{m} \leq D < 150\mu\text{m}$, $150\mu\text{m} \leq D < 200\mu\text{m}$, $200\mu\text{m} \leq D < 250\mu\text{m}$, $250\mu\text{m} \leq D < 300\mu\text{m}$, $300\mu\text{m} \leq D < 350\mu\text{m}$, $350\mu\text{m} \leq D < 400\mu\text{m}$, $400\mu\text{m} \leq D < 450\mu\text{m}$, $450\mu\text{m} \leq D < 500\mu\text{m}$, $500\mu\text{m} \leq D < 550\mu\text{m}$, $550\mu\text{m} \leq D < 600\mu\text{m}$. Tính toán số lượng sợi có giá trị đường kính D trong mỗi khoảng để có kết quả sự phân bố đường kính sợi.

Đường kính sợi trung bình (D_{tb}) là giá trị trung bình đường kính của 500 sợi ngẫu nhiên đối với sợi chưa xử lý và sợi xử lý bằng NaOH.

2.3.2. Xác định độ bền kéo của sợi

Độ bền kéo đứt của sợi xơ dừa được đo trên máy Tensilon RTC - 1210A của hãng AND-Nhật Bản, tốc độ kéo 5mm/phút. Đối với mỗi mẫu, đo 50 sợi khác nhau trong khoảng đường kính từ 100-300 μm theo tiêu chuẩn ASTM C1557-03[7] (Hình 2). Một sợi xơ dừa được cố định bằng keo epoxy ở hai đầu trên miếng giấy bìa cứng có đục lỗ ở giữa. Tổng chiều dài miếng bìa: 150mm; bề rộng miếng bìa: 25mm. Khoảng cách giữa hai vị trí dán keo: 50mm. Khoảng cách giữa tâm các lỗ: 25mm [8-9].



Hình 2. Mẫu đo bền kéo của sợi xơ dừa

2.4. Gia công composit cốt sợi xơ dừa và nhựa UPE

Cắt ngắn sợi khoảng 20–30mm, sợi được sấy ở nhiệt độ 105°C trong 2 giờ. Gia công composite trên khuôn 20cm × 20cm × 3,2mm, áp lực ép 50 kgf/cm² trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng. Tỷ lệ nhựa/sợi = 4/6, hàm lượng MEKP 1%.

2.5. Xác định độ bền kéo và bền uốn của composit

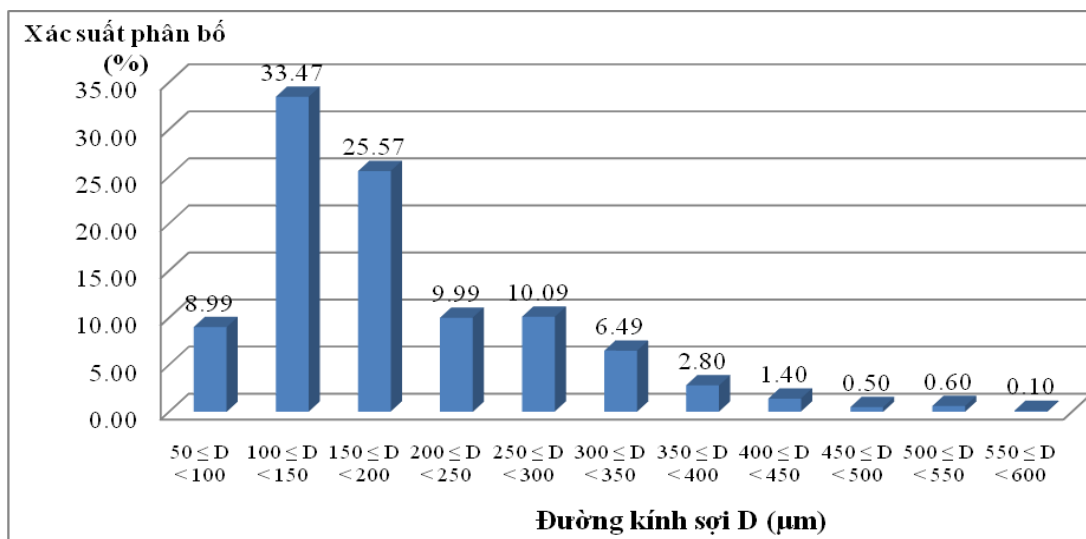
Độ bền kéo kéo và bền uốn của composit được đo trên máy Lloyd LR 30K của hãng Lloyd-Anh theo tiêu chuẩn ASTM D790 (bền uốn) và D638 (bền kéo).

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Sự phân bố đường kính sợi xơ dừa

Đường kính sợi không đồng đều, phân bố trong một khoảng rộng từ 50-600μm. Đường kính trung bình sợi 186,7μm tập trung nhiều nhất trong khoảng đường kính từ 100μm -200μm (chiếm 59%). Các sợi có đường kính $D \geq 400\mu\text{m}$ chiếm tỷ lệ rất thấp, nhỏ hơn 3% trong tổng số sợi khảo sát (Hình 3).

Dựa trên kết quả phân bố đường kính sợi, nhóm nghiên cứu tiến hành đo cơ lý các sợi có đường kính dao động từ 100μm -300μm (chiếm 79%) để tăng độ lặp lại và chính xác của phép đo.



Hình 3. Sự phân bố đường kính sợi xơ dừa chưa qua xử lý NaOH

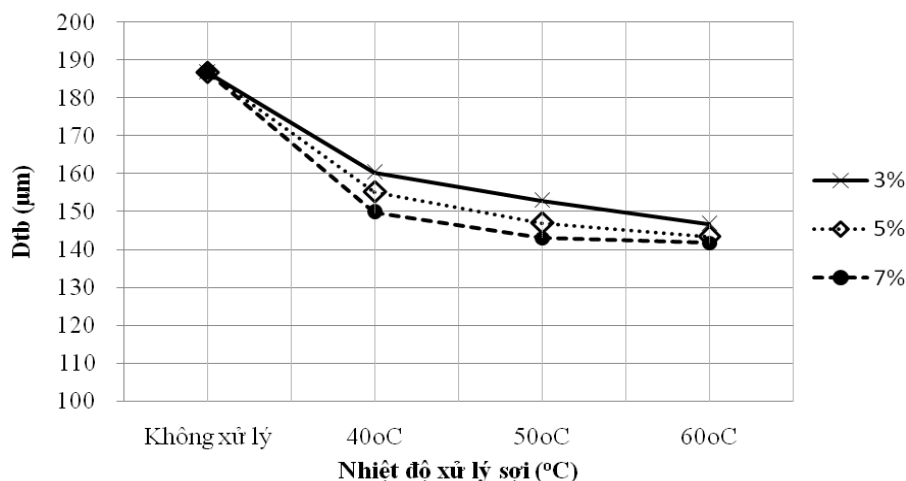
3.2. Ảnh hưởng của nồng độ % NaOH và nhiệt độ xử lý lên đường kính trung bình sợi xơ dừa

Dựa theo hình 3, khi tăng nồng độ % NaOH để xử lý sợi từ 3%, 5% đến 7% thì đường kính trung bình của sợi (D_{tb}) của sợi giảm dần. Điều này vẫn nhất quán khi xử lý sợi bằng NaOH tại 40°C, 50°C và 60°C.

So với sợi chưa xử lý, thì D_{tb} của các sợi đã qua xử lý bằng NaOH giảm nhiều từ 14- 24%. Điều này được lý giải là do quá trình xử lý NaOH đã loại bỏ lignin, peptin và hemicellulose, chỉ còn lại chủ yếu là cellulose bên trong sợi. Khi tăng % NaOH thì quá trình loại bỏ các thành phần này diễn ra càng mạnh dẫn đến D_{tb} của sợi giảm dần, tuy nhiên D_{tb} giảm không nhiều chỉ từ 2-3%.

Bảng 1. Đường kính trung bình D_{tb} của sợi xơ dừa xử lý theo nồng độ và nhiệt độ xử lý

Nhiệt độ \ Nồng độ NaOH	Nồng độ NaOH		
	3%	5%	7%
40°C	160.31	155.22	149.84
50°C	152.87	147.09	143.02
60°C	146.74	143.47	141.76



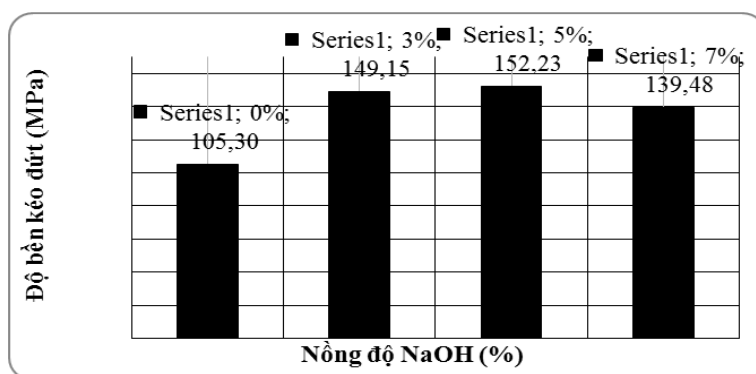
Hình 4. Sự thay đổi đường kính trung bình D_{tb} của sợi xơ dừa chưa xử lý và đã qua xử lý bằng NaOH tại các nồng độ % NaOH và nhiệt độ xử lý khác nhau

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ % NaOH lên độ bền kéo đứt sợi xơ dừa

Dựa vào các số liệu độ bền kéo của sợi xơ dừa chưa xử lý và đã qua xử lý NaOH tại 60°C (Hình 5) cho thấy sợi đã qua xử lý 3% NaOH có độ bền kéo đứt tăng 42.5% so với sợi chưa xử lý và độ bền kéo đứt tiếp tục tăng lên 44.6% khi xử lý với nồng độ 5% NaOH. Điều này được giải thích là do NaOH đã giúp loại bỏ các phần vô định hình trong sợi như lignin, pectin, hemicellulose làm hàm lượng tinh thể trong sợi

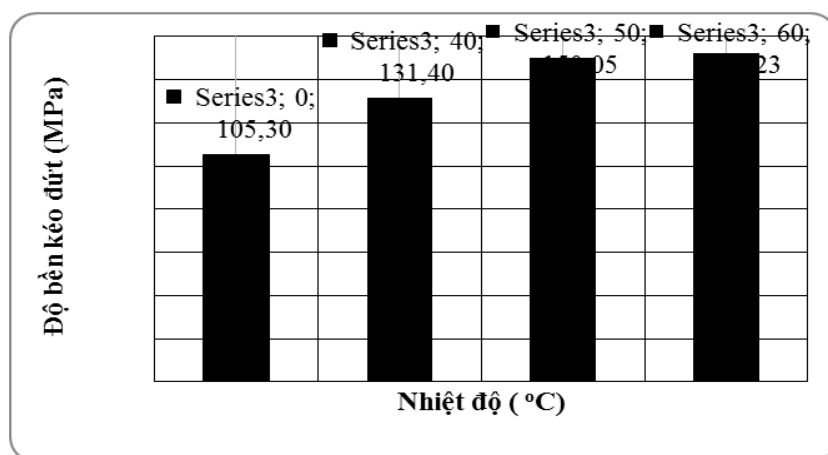
tăng lên và sợi xơ dừa trở nên xộp do các vi sợi rỗng nên dễ dàng định hướng theo chiều tăng của lực.

Tuy nhiên khi tăng nồng độ NaOH lên cao 7% thì độ bền kéo đứt của sợi giảm 8.3% so với khi xử lý với nồng độ 5% NaOH, do đó nên xử lý sợi ở điều kiện êm dịu để đảm bảo cơ lý của sợi.



Hình 5. Độ bền kéo đứt của sợi xơ dừa chưa xử lý và đã qua xử lý bằng NaOH tại 60°C với các nồng độ % NaOH khác nhau

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý lên độ bền kéo đứt sợi xơ dừa



Hình 6. Độ bền kéo đứt của sợi xơ dừa chưa xử lý và đã qua xử lý bằng 5% NaOH tại 40°C, 50°C, 60°C

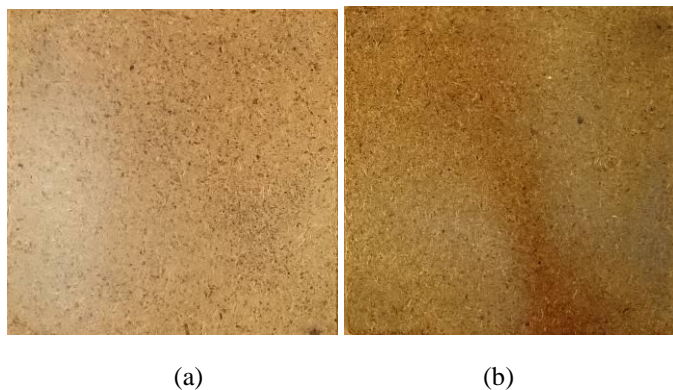
Theo Hình 6, độ bền kéo đứt của sợi tăng dần theo chiều tăng nhiệt độ xử lý sợi và sau đó tăng chậm. Cụ thể là khi tăng từ 50°C lên 60°C, độ bền kéo đứt tăng ít (tăng 1.4%). Điều này được giải thích là do NaOH làm phân hủy các thành phần vô định hình trong sợi, làm sợi có cấu trúc rỗng xốp nên dễ định hướng theo chiều

tăng của lực, kết quả là sợi độ bền cơ lý tăng khi xử lý bằng xút. Việc tăng nhiệt độ xử lý sợi cũng làm tăng việc phân hủy các phần vô định hình. Tuy nhiên, các phần này trong sợi cũng giới hạn nên khi nhiệt độ tăng cao thì việc phân hủy các phần vô định hình này tăng chậm và đến nhiệt độ nào đó sẽ không tăng nữa.

3.5. Ảnh hưởng quá trình xử lý sợi đến tính chất của composit

Bảng 2. Độ bền uốn và độ bền kéo của composit từ sợi xơ dừa và nhựa UPE

Tên mẫu	Độ bền kéo (MPa)	Độ bền uốn (MPa)
UPE+Sợi xơ dừa không xử lý	33.2	93.5
UPE+Sợi xơ dừa xử lý bằng 5%NaOH ở nhiệt độ 50°C, trong 6h	41.7	104.2



Hình 7. Vật liệu composite từ sợi xơ dừa và nhựa UPE

(a) UPE+Sợi chưa xử lý, (b) UPE+Sợi xử lý bằng NaOH

So với composite làm từ sợi chưa xử lý thì độ bền kéo và bền uốn của composite làm từ sợi đã xử lý tăng lên đáng kể. Cụ thể, độ bền kéo và bền uốn tăng lần lượt là 25.7% và 11.5%. Đối với sợi xử lý, lignin và tạp chất bị tách ra đáng kể, cellulose lộ ra ngoài bề mặt sợi, tăng độ thấm nhựa làm tăng cơ tính của composite.

4. KẾT LUẬN

a. Sợi xơ dừa Bến Tre có sự phân bố sợi không đồng đều, tập trung nhiều là các sợi có đường kính từ 100-300 μ m (chiếm 79%); độ bền kéo trung bình của sợi 105.3MPa, phù hợp với công bố của Rai [10] trong đó độ bền kéo của sợi xơ dừa từ 106-175MPa. Cũng cần lưu ý rằng, sợi xơ dừa chúng tôi khảo sát được tách bằng máy tước sợi liên hoàn từ vỏ dừa khô dưới lực tác động cơ học lớn nên cũng có thể ảnh hưởng tới độ bền của sợi.

b. Quá trình dùng NaOH xử lý sợi làm giảm đường kính trung bình của sợi, và giá trị D_{tb} này giảm dần khi tăng nhiệt độ và nồng độ % NaOH xử lý.

c. Xử lý sợi bằng NaOH ở điều kiện êm dịu (nồng độ thấp, nhiệt độ thấp) làm tăng độ bền kéo của sợi. Xử lý sợi tại nồng độ 5% NaOH và nhiệt độ 50-60°C có thể tăng cơ lý sợi hơn 40%.

d. Quá trình xử lý sợi làm tăng khả năng tương hợp của sợi xơ dừa với nhựa UPE nên làm tăng cơ tính của composite.

Lời cảm ơn: Các tác giả chân thành cảm ơn Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (VNU-HCM) đã tài trợ cho nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài mã số C2013-20a-01.

Investigate coir fibers' properties produced by coconut fiber extracting machine in Ben Tre and research the treatment for fiber with NaOH solution

- Viet Nguyen Quoc ^b
- Linh Nguyen Vu Viet ^b
- Sinh Pham Ngoc ^b
- Tuyen Nguyen Ngoc Kim ^b
- Tri Phan Minh ^a
- Thanh Nguyen Dac ^{a,b}

a- Polymer Research Center – Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM.

b- National Key Laboratory for Polymer and Composite Materials – Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT

Over past few years, the polymer composite materials based on coir fibers have grown rapidly and have even found new markets as well as many research projects due to its cost effect and environmentally-friendly manner. In Vietnam, the coir fibers have a good quality, especially in Ben Tre province. In this research, we investigated the size of coir fibers which was produced from dried nuts stripped via hand-made coir fiber extracting machine. The coir fibers with the largest diameter distribution have evaluated the average tensile strength. In the other hand, the coir fibers have treated via a sodium hydroxide solution

process to obtained refine-coir fibers which were following investigated the mechanical testing based on composite materials of polyester resin. The results showed that the treatment of the sodium hydroxide solution process causes a decrease of coir fiber average diameter. Increasing the temperature and concentration of sodium hydroxide solution leads to the decreasing of coir fiber average diameter. Moreover, the optimum condition (5% of NaOH, 50°C) enhanced the tensile strength of fibers reaching to 40% comparing with those untreated fibers.

Keyword: Natural fiber, Coir fiber, Urea-formandehyde resin, polymer composite

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tara Sen, H. N. Jagannatha Reddy, Application of Sisal, Bamboo, Coir and Jute Natural Composites in Structural Upgradation, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 2, No. 3, June (2011).
- [2]. Yousif B.F., Ku H., Suitability of using coir fiber/polymeric composite for the design of liquid storage tanks, *Material & design*, Vol. 36, 847-853, (2012).
- [3]. Ayrilmis Nadir, Jarusombuti Songklod, Fueangvivat Vallayuth, Bauchongkol Piyawade and, White Robert H., Coir Fiber Reinforced Polypropylene Composite Panel for Automotive Interior Applications, *Fibers and polymer*, Vol. 12, 919-926, (2011).
- [4]. Verma D., Gope P.C., Shandilya A., Gupta A., Maheshwari M.K., Coir Fiber Reinforcement and Application in Polymer Composites: A Review, *Journal of Material Environment science*, Vol. 4, 263-276, (2013).
- [5]. Asasutjarit chanakan, Charoenvaisarocha, Hirunlabh Jongjit, Khedari Joseph, Materials and mechanical properties of pretreated coir-based green composites, *Composites: part B*, Vol. 40, 633-637, (2009).
- [6]. Nigel Smith, Nguyen My Ha, Vien Kim Cuong, Hoang Thi Thu Dong, Nguyen Truc Son, Bob Baulch, Nguyen Thi Le Thuy, Coconut in the Mekong Delta: An Assessment of Competitiveness and Industry Potential, *An Assessment of Competitiveness and Industry Potential, Market forces reducing poverty*, (2009).
- [7]. ASTM Standard C 1557-03: Standard Test Method for Tensile Strength and Young's Modulus of Fibers.
- [8]. Santafé Júnior H.P.G, Lopes F.P.D., Costa L.L., Monteiro S.N., Mechanical properties of tensile tested coir fiber reinforced polyester composites , *Revista Matéria*, Vol. 5 (2), 113-118, (2010).
- [9]. Ratna Prasad A.V., Mohana Rao K., Mechanical properties of natural fibre reinforced polyester composites: Jowar, sisal and bamboo, *Materials and Design*, Vol. 32 (8-9), 4658-4663, (2011).
- [10]. Rai, A., Jha, C.N., Natural fibre composite and its potential as building material , *Express Textile*, (2004).