

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT GIẤY CHỊU NHIỆT ỨNG DỤNG CHẾ TẠO BÌA GIẤY NHIỀU LỚP LÀM BẢNG MẠCH ĐIỆN TỬ QUY MÔ PHÒNG THÍ NGHIỆM

NGUYỄN THỊ THANH, CAO VĂN SƠN, NGUYỄN THỊ HẰNG, HOÀNG VĂN TRINH

TÓM TẮT:

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ sản xuất giấy chịu nhiệt làm bảng mạch điện tử quy mô phòng thí nghiệm. Đã xây dựng được điều kiện công nghệ thích hợp như thành phần nguyên liệu sử dụng bột giấy hóa học chưa tẩy trắng (USKP) đã được tinh chế bằng axit H_2SO_4 , phối trộn 0,5% tinh bột so với khối lượng bột giấy cho gia keo nội bộ và xử lý bề mặt giấy bằng hóa chất chịu nhiệt. Kết quả cho thấy giấy thu được đạt định lượng 160,7 g/m², độ dày 0,225 mm, độ bền kéo 8,88 kN/m và khả năng chịu nhiệt lên đến 302°C. Quy trình công nghệ đề xuất có tính khả thi, góp phần định hướng phát triển vật liệu giấy chức năng ứng dụng trong lĩnh vực điện tử.

Từ khóa: giấy chịu nhiệt, giấy và bột giấy, xử lý bề mặt, bảng mạch điện tử

1. MỞ ĐẦU

Theo Cục Thống kê, công nghiệp điện tử là ngành sản xuất có vị trí then chốt trong nền kinh tế và tác động lan tỏa mạnh đến các ngành công nghiệp khác, chiếm tỷ trọng 17,8% toàn ngành [1]. Sự phát triển nhanh chóng đó đã làm gia tăng nhu cầu đối với các loại vật liệu nền có tính năng cao, đặc biệt là khả năng chịu nhiệt, độ bền cơ học và tính ổn định trong môi trường nhiệt độ cao. Bên cạnh đó theo số liệu thống kê mỗi năm Việt Nam phát sinh khoảng 100.000 tấn rác thải điện tử [2]. Hiện nay, các vật liệu nền truyền thống như epoxy gia cường sợi thủy tinh (FR-4) đang được sử dụng rộng rãi nhờ đáp ứng tốt yêu cầu kỹ thuật. Tuy nhiên, những vật liệu này vẫn tồn tại một số hạn chế như giá thành cao, khó tái chế và gây tác động tiêu cực đến môi trường. Chính vì lý do đó xu hướng phát triển vật liệu bền vững đã thúc đẩy việc nghiên cứu các loại vật liệu thay thế có nguồn gốc sinh học.

Vật liệu dựa trên cellulose, đặc biệt là giấy kỹ thuật, được xem là xu hướng tiềm năng nhờ tính sẵn có của nguyên liệu, khả năng phân hủy sinh học và dễ dàng biến tính để cải thiện tính chất. Theo Báo cáo phân tích thị trường Lucintel, giấy kraft sử dụng làm tấm nền trong bảng mạch điện tử toàn cầu dự kiến đạt 0,29 tỷ đô la Mỹ vào năm 2023 với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) là 8,7% từ năm 2023 đến năm 2028 [4]. Giấy chịu nhiệt dùng trong bảng mạch điện tử có khả năng chịu được nhiệt độ cao thường từ 130°C đến

hơn 200°C và để ngăn cách, bảo vệ các linh kiện điện tử trong quá trình hoạt động hoặc gia công [5,6].

Một số nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng việc xử lý hóa học sợi cellulose, kết hợp với các phụ gia gia cường, có thể cải thiện đáng kể tính chất của giấy [7]. Tuy nhiên, khả năng chịu nhiệt của giấy vẫn là một hạn chế lớn, đặc biệt khi ứng dụng trong lĩnh vực bảng mạch điện tử. Thêm vào đó, các nghiên cứu hiện nay chủ yếu tập trung vào cải thiện từng yếu tố riêng lẻ, trong khi việc xây dựng một quy trình công nghệ đồng bộ, có khả năng kiểm soát đồng thời các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất sản phẩm vẫn còn hạn chế. Từ những phân tích trên có thể thấy rằng vẫn tồn tại khoảng trống nghiên cứu trong việc phát triển quy trình sản xuất giấy chịu nhiệt có tính khả thi và hướng tới ứng dụng thực tế trong sản xuất bảng mạch điện tử [7,8,9].

Chính vì vậy, để tạo ra sản phẩm đáp ứng yêu cầu trên, cần nghiên cứu chất lượng của nguyên liệu bột giấy sử dụng, độ nghiêng thích hợp và khả năng xử lý bề mặt giấy bằng hóa chất chịu nhiệt để đảm bảo tính chịu nhiệt, tính chất cơ lý ổn định và ít bị ảnh hưởng bởi tác nhân môi trường như oxy hóa, độ ẩm. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng được quy trình công nghệ sản xuất giấy chịu nhiệt làm bảng mạch điện tử với chất lượng giấy chịu nhiệt đáp ứng được yêu cầu như: khả năng chịu nhiệt $\geq 200^\circ C$, độ dày $0,2 \pm 0,05 mm$, độ ẩm $5 \pm 2\%$ và độ bền kéo $\geq 4,0 kN/m$. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần hoàn thiện cơ

sở khoa học cho việc phát triển vật liệu giấy chức năng mà còn mở ra tiềm năng ứng dụng trong lĩnh vực điện tử, đặc biệt là trong sản xuất bảng mạch điện tử thân thiện với môi trường.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguyên vật liệu, hóa chất và thiết bị:

Bột giấy sử dụng cho nghiên cứu: bột giấy kraft không tẩy trắng (USKP), Lê (DLK) nhập khẩu từ Nga, Mỹ; Hóa chất chịu nhiệt (DEH) được cung cấp bởi Công ty Wacker Chemie AG;

Các hóa chất phân tích tinh khiết sử dụng có nguồn gốc xuất xứ từ Việt Nam.

Các thiết bị sử dụng trong nghiên cứu: máy đánh tơi PFI, nghiền PFI, máy xeo Rappid, thiết bị gia keo bề mặt và các thiết bị đo tính chất cơ lý của giấy và bột giấy.

Phương pháp thực nghiệm:

Quá trình chế tạo giấy chịu nhiệt bao gồm các công đoạn chính như: đánh tơi bột giấy, tinh chế bột, nghiền bột giấy, phối trộn gia phụ liệu, xeo giấy để, gia keo bề mặt, sấy và hoàn thành sản phẩm. Bột giấy được đánh tơi trên thiết bị chuyên dụng với tốc độ 3.000 vòng/phút. Sau đó bột được tinh chế bằng axit H₂SO₄ ở điều kiện thích hợp trước khi nghiền trên máy nghiền PFI. Bột sau nghiền được phối trộn, bổ sung phụ gia như tinh bột. Huyền phù bột giấy được khuấy trộn đều và

xeo trên máy xeo Rappid với định lượng 160±5g/m², ép và sấy khô ở 93°C. Mẫu giấy để sau sấy được xử lý bề mặt bằng dung dịch hóa chất chịu nhiệt với điều kiện công nghệ thích hợp, định lượng lớp keo từ 1,0÷4,0g/m² trong thiết bị gia keo 2 lô ép phòng thí nghiệm. Mẫu giấy sau khi gia keo xử lý bề mặt được để khô tự nhiên trong 4h, sau đó giấy giấy ở nhiệt độ 93°C, tiến hành xác định các tính chất của giấy.

Tiêu chuẩn và phương pháp phân tích sử dụng:

Chỉ tiêu phân tích tính chất của giấy được xác định theo các tiêu chuẩn sau: xác định định lượng (TCVN 7091:2002), độ dày (TCVN 3652:2007), độ bền kéo (TCVN 1862-2:2010), độ ẩm (TCVN 1867:2010).

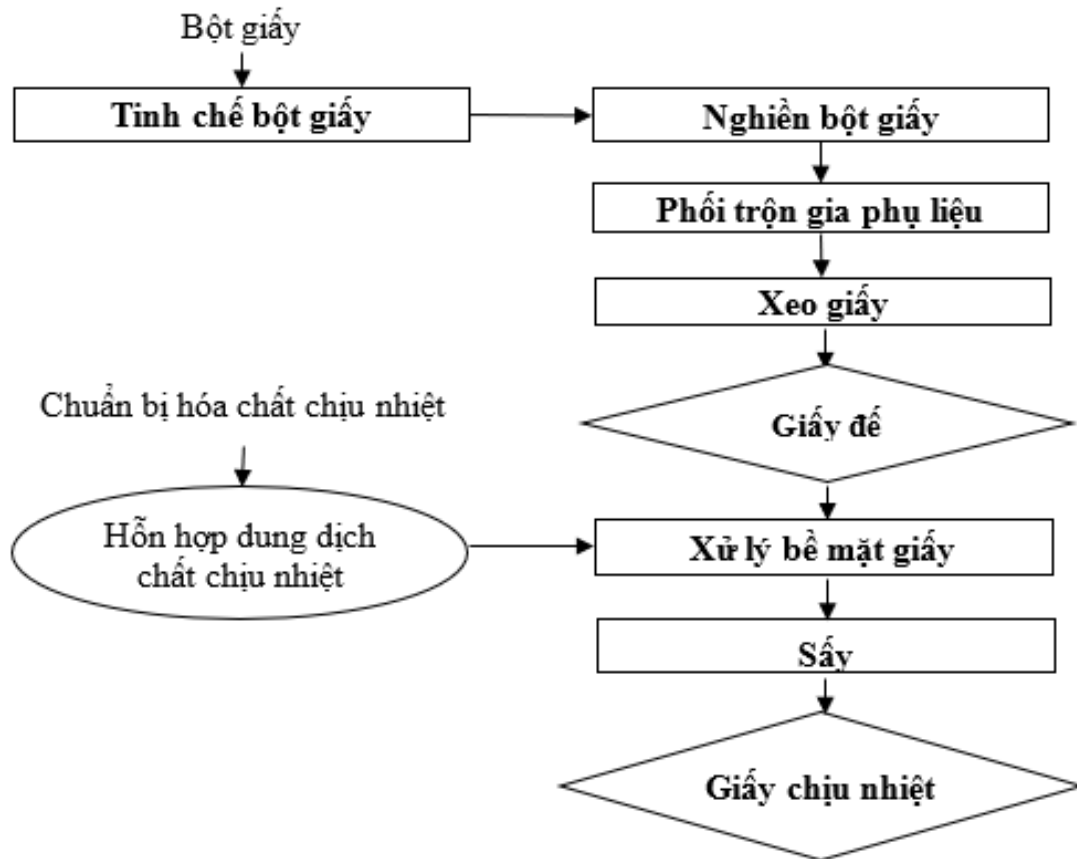
Khả năng chịu nhiệt của giấy được xác định bằng phương pháp phân tích nhiệt vi sai (TGA/DSC) trên thiết bị NETZSCH STA 449F5 tại Đại học Bách Khoa Hà Nội.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Lựa chọn loại bột giấy phù hợp

Tiến hành thu thập, phân tích, đánh giá chất loại của 03 loại nguyên liệu có trên thị trường, để làm cơ sở lựa chọn loại bột giấy phù hợp cho chế tạo giấy chịu nhiệt. Kết quả phân tích tính chất của bột giấy thể hiện ở bảng 1.

Kết quả từ bảng 1 cho thấy, các loại bột không tẩy trắng USKP Mỹ và USKP Nga có chiều dài xơ sợi trung



Hình 1. Sơ đồ mô tả quá trình chế tạo giấy chịu nhiệt quy mô phòng thí nghiệm

Bảng 1. Tính chất của một số loại bột giấy

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	USKP Mỹ	USKP Nga	Lê DLK
1	Trị số kappa	-	35,5	30,3	-
2	Chiều dài xơ sợi	mm	2,68	2,24	1,65
3	Chiều rộng xơ sợi	µm	28,0	25,1	18,8
4	Độ bền kéo	kN/m	4,10	5,44	3,60
5	Độ bền xé	mN	790	735	640
6	Độ tro	%	1,24	0,96	3,55

binh, tính chất cơ lý cao hơn so với mẫu DLK. Bên cạnh đó, độ tro của lê DLK là khá cao (3,55%), cho thấy mẫu có nhiều tạp chất. Do đó, đối với giấy chịu nhiệt sử dụng trong bảng mạch điện tử cần độ tinh khiết và đảm bảo độ bền cơ học, nhóm thực hiện đề tài đã lựa chọn bột USKP Nga là nguyên liệu dự dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Nghiên cứu điều kiện tinh chế bột giấy

Đối với bột giấy dùng cho nghiên cứu cần phải loại bỏ tạp chất, các ion kim loại có trong xơ sợi để đạt được độ tro theo tiêu chuẩn kỹ thuật giấy và catong cách điện (GOST:12765-88) [3]. Bột giấy được xử lý bằng một số axit vô cơ như H₂SO₄, HCl, để giải phóng các tạp chất vô cơ ra khỏi xơ sợi. Tuy nhiên, axit HCl ít được sử dụng hơn do nồng độ thấp, bốc khói, bốc mùi khó chịu và giá thành cao hơn H₂SO₄. Do vậy, đề tài lựa chọn axit H₂SO₄ 98% để tinh chế bột giấy. Bột sau tinh chế được xác định một số chỉ tiêu chất lượng được chỉ ra ở bảng 2.

Kết quả trong bảng 2 cho thấy với mức dùng axit H₂SO₄ từ 1-2% thì độ tro của bột giảm không đáng kể

do hiệu quả hòa tan các tạp chất vô cơ, các oxit kim loại thấp. Khi tăng mức dùng lên 3%, độ tro của bột đạt 0,52% đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật. Tiếp tục sử dụng axit ở mức dùng 4%, thì độ tro của bột giảm mạnh và độ bền cơ học của bột giấy có sự giảm nhẹ. Do đó, nhóm thực hiện đề tài lựa chọn mức dùng axit là 3% để tinh chế bột giấy, loại bỏ tạp chất có trong bột.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ nghiền đến tính chất giấy để

Độ nghiền là một trong những yếu tố công nghệ quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến cấu trúc xơ sợi mật độ cấu trúc, độ xốp và khả năng thoát nước của bột giấy, những yếu tố liên quan đến tính chất cơ học và điện của giấy chịu nhiệt. Từ các yêu cầu trên, nhóm thực hiện đề tài thực hiện một loạt các thí nghiệm với độ nghiền trong khoảng từ 35 ÷ 55°SR ở định lượng 160±5g/m². Các kết quả nghiên cứu được chỉ ra ở bảng 3

Kết quả từ bảng 3 cho thấy, ở độ nghiền thấp 35°SR, xơ sợi chưa chổi hóa, tờ giấy hình thành có cấu trúc kém đồng đều. Khi tăng độ nghiền từ 40°SR

Bảng 2. Ảnh hưởng của mức dùng axit đến chất lượng bột

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Yêu cầu cần đạt	Mức dùng H ₂ SO ₄ , %				
				0	1	2	3	4
1	pH nước chiết	-	6÷7	7,10	7,22	7,15	7,23	7,05
2	Độ tro	%	≥ 0,6	0,96	0,87	0,65	0,52	0,38
3	Độ bền kéo	kN/m	≥ 4,0	5,44	5,60	5,72	5,65	5,36
4	Độ bền xé	mN	-	735	760	765	740	725

Bảng 3. Ảnh hưởng của độ nghiền đến tính chất của giấy để

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Độ nghiền bột giấy, °SR				
			35±2	40±2	45±2	50±2	55±2
1	Định lượng	g/m ²	160,7	161,6	160,3	161,3	160,9
2	Độ bền kéo	kN/m	6,46	8,31	8,77	9,16	9,25
3	Độ bền xé	mN	1860	1955	2120	2310	2265
4	Độ dày	mm	0,213	0,212	0,215	0,211	0,218
5	Độ tro	%	0,55	0,54	0,55	0,53	0,54

lên 50°SR quá trình chổi hóa xơ sợi diễn ra mạnh, làm tăng diện tích tiếp xúc giữa các sợi, từ đó độ bền kéo đáng kể từ 8,31 lên 9,16kN/m và độ bền xé tăng từ 1860mN lên 2310mN. Tiếp tục tăng độ nghiêng thì độ bền xé có xu hướng giảm dần do xơ sợi bị cắt ngắn nhiều. Do đó, nhóm thực hiện đề tài lựa chọn độ nghiêng 40±2°SR.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của mức dùng hóa chất phụ gia đến tính chất giấy để

Tinh bột cation là một trong những phụ gia phổ biến được sử dụng nhằm cải thiện khả năng liên kết sợi và tăng độ bền cơ học của giấy. Tỷ lệ sử dụng tinh bột cation thường dao động trong khoảng từ 0,5 ÷ 2,5% so với bột giấy khô tuyệt đối tùy theo mức độ yêu cầu tăng độ bền của giấy.

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, độ tro của giấy thay đổi không đáng kể khi sử dụng tinh bột ở các mức dùng khác nhau. Độ bền kéo và độ bền xé có xu hướng tăng khi tăng mức dùng tinh bột cation từ 0,5% đến 1,0%. Ở khoảng mức dùng này, tinh bột cation hoạt động như một chất kết dính, làm tăng liên kết giữa các xơ sợi, nên độ bền kéo tăng lên rõ rệt từ 8,31kN/m lên 8,64kN/m. Tiếp tục tăng mức dùng tinh bột 2,0% thì liên kết giữa các xơ sợi cellulose được tăng cường, làm cho cấu trúc giấy trở nên chặt chẽ hơn, độ bền kéo tăng 6%, độ bền xé có xu hướng giảm dần từ 2160 mN xuống 2005 mN do khi tác động lực xé lên tờ giấy, các sợi không dễ dàng trượt hoặc tách rời từng phần mà bị đứt gãy đồng thời dẫn tới làm giảm độ bền xé. Do đó để đảm bảo tính chất cơ lý cũng như độ tro của giấy để, nhóm thực hiện

đề tài lựa chọn mức dùng tinh bột cation là 0,5% so với bột KTD cho gia keo nội bộ.

3.4. Nghiên cứu điều kiện công nghệ công đoạn xử lý bề mặt phù hợp cho sản xuất giấy chịu nhiệt

Trong chế tạo giấy, quá trình xử lý bề mặt có vai trò đặc biệt quan trọng vì nó giúp cải thiện tính chất đặc biệt cho giấy như tăng cường khả năng chịu nhiệt. Trong nghiên cứu này, nhóm thực hiện đề tài sử dụng dung dịch tráng phủ hệ silicon nhũ tương đóng rắn có xúc tác platinum, gồm các thành phần như polymer nền, chất liên kết ngang và chất xúc tác của nhà cung cấp hóa chất Wacker.

Lớp phủ chịu nhiệt được hình thành thông qua phản ứng đóng rắn của hệ silicone nhũ tương có chất xúc tác. Trong cơ chế này, các nhóm hydride silicon (Si-H) của chất liên kết ngang phản ứng với nhóm vinyl của polymer nền, tạo liên kết Si-C bền vững và hình thành mạng polymer ba chiều. Quá trình này diễn ra đồng thời với sự thẩm thấu của nhũ tương vào cấu trúc xốp của giấy, tạo lớp phủ liên tục và bám dính tốt. Nhờ cấu trúc siloxane có năng lượng liên kết cao, lớp phủ thể hiện khả năng chịu nhiệt và ổn định, phù hợp với ứng dụng điện tử [10].

Quá trình xử lý bề mặt giấy được thực hiện bằng hệ phủ gồm polymer nền, chất liên kết ngang, chất xúc tác và nước, với tỷ lệ lần lượt là 85:11,7:3,3:220, tương ứng với hàm lượng chất rắn là 15%, nhiệt độ thường (30±2°C). Giấy để sử dụng có định lượng 160 g/m². Quá trình phủ được thực hiện bằng thiết bị phủ quy mô phòng thí nghiệm.

Bảng 4. Ảnh hưởng của mức dùng tinh bột cation đến tính chất của giấy để

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Mức dùng tinh bột, % so với bột khô tuyệt đối				
			0	0,5	1,0	1,5	2,0
1	Độ bền kéo	kN/m	8,31	8,64	8,78	8,82	8,89
2	Độ bền xé	mN	1955	2030	2160	2120	2005
3	Độ tro	%	0,54	0,54	0,55	0,55	0,56

Bảng 5. Ảnh hưởng của định lượng lớp phủ bề mặt đến tính chất của giấy

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Định lượng lớp phủ, g/m ²				
			0	1	2	3	4
1	Định lượng lớp phủ	g/m ²	0	1,02	2,11	3,06	4,23
2	Độ dày	mm	0,212	0,218	0,223	0,225	0,228
3	Độ bền kéo	kN/m	8,64	8,78	8,85	8,88	9,04
4	Khả năng chịu nhiệt	°C	180	200	220	302	308

a. Nghiên cứu lựa chọn định lượng lớp phủ xử lý bề mặt cho giấy chịu nhiệt

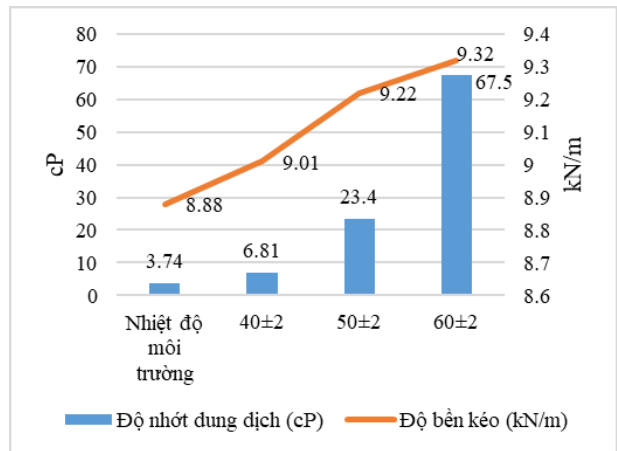
Định lượng lớp phủ bề mặt là một trong những yếu tố công nghệ có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng chịu nhiệt, tính chất bề mặt và hiệu quả sử dụng của giấy chịu nhiệt. Nếu lượng hóa chất phủ quá thấp, lớp màng tạo thành trên bề mặt giấy sẽ không liên tục, độ che phủ kém và không phát huy đầy đủ vai trò bảo vệ sợi cellulose trước tác động của nhiệt độ cao. Ngược lại, nếu định lượng lớp phủ quá lớn, lớp màng có thể trở nên dày, làm giảm độ linh hoạt của giấy, ảnh hưởng đến khả năng gia công, đồng thời làm tăng chi phí hóa chất và thời gian sấy. Do đó, nhóm thực hiện đề tài tiến hành các thí nghiệm nghiên cứu lựa chọn định lượng lớp phủ và kết quả nghiên cứu được chỉ ra ở bảng 5.

Từ bảng 5 cho thấy, độ dày của giấy có xu hướng tăng khi định lượng lớp phủ tăng, từ 0,212mm (không tráng phủ) lên 0,228mm (ở định lượng phủ 4g/m²), đồng thời độ bền kéo của giấy cũng tăng từ 8,64 lên 9,04kN/m. Mặt khác, khả năng chịu nhiệt của giấy cũng tăng mạnh từ 180°C lên 308°C. Điều này cho thấy, lớp phủ đóng vai trò liên kết giữa các xơ sợi làm tăng độ bền cơ học và bảo vệ bề mặt của tờ giấy giúp giấy có khả năng chịu được nhiệt độ cao. Tiếp tục tăng định lượng lớp phủ lên 3÷4g/m² thì các tính chất của giấy được cải thiện rõ rệt, đặc biệt là khả năng chịu nhiệt của giấy lên tới 308°C.

b. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý bề mặt tới tính chất giấy.

Nhiệt độ dung dịch là yếu tố quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhớt, độ ổn định của hệ nhũ tương. Sự thay đổi nhiệt độ có thể làm biến đổi trạng thái dòng chảy của dung dịch, tốc độ bay hơi của hóa chất trên bề mặt giấy. Để đưa ra được nhiệt độ tối ưu cho quá trình tráng phủ bề mặt giấy, nhóm thực hiện đã nghiên cứu thay đổi khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ môi trường đến 60°C. Kết quả nghiên cứu được thể hiện ở hình 2.

Nhiệt độ quá trình xử lý ở 30÷40°C, lớp phủ silicon được hình thành liên tục, tạo lớp phủ ổn định và độ



Hình 2. Đồ thị ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý bề mặt tới tính chất giấy

đồng đều bề mặt giấy. Các tính chất cơ lý của giấy đều đảm bảo yêu cầu đề ra về độ dày, độ bền kéo.

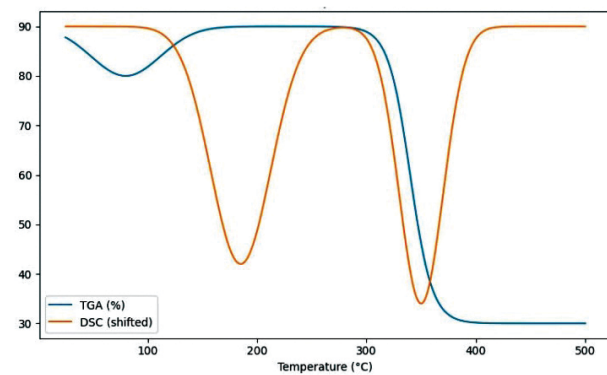
Khi tăng nhiệt độ dung dịch lên trên 50÷60°C thì dung dịch trở nên đặc nhanh thể hiện ở sự tăng độ nhớt từ 23,4cP đến 67,5cP. Khi độ nhớt tăng, khả năng chảy của dung dịch giảm đi, khó tráng hơn dẫn đến sự phân bố không đồng đều, tạo ra các vết keo trên bề mặt giấy mà khả năng chịu nhiệt cũng không thay đổi nhiều. Do đó, với nhiệt độ trong khoảng 30±2°C đảm bảo độ nhớt phù hợp cho quá trình tráng phủ hiệu quả nhất.

Kết quả cho thấy mẫu đối chứng chưa tráng phủ, nhiệt độ bắt đầu phân hủy từ 180°C. Với mẫu có tráng phủ nhiệt độ bắt đầu phân hủy đạt 301,8°C, chứng tỏ vật liệu có khả năng chống lại quá trình phân hủy nhiệt ban đầu khá tốt. Giai đoạn phân hủy chính diễn ra trong khoảng từ 301,8 đến 385,4°C, với tốc độ phân hủy cực đại tại 316,5°C, thể hiện qua đỉnh trên đường DTG.

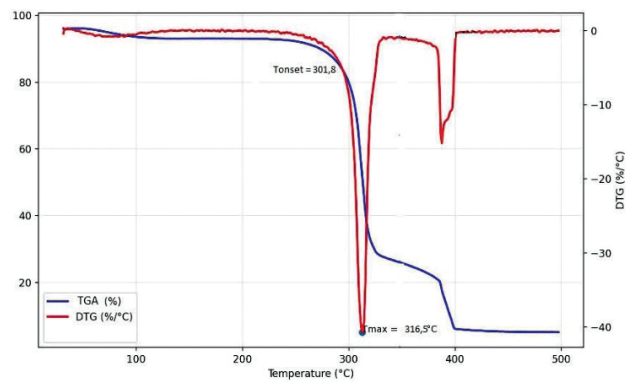
4. KẾT LUẬN

Trên các cơ sở kết quả nghiên cứu đã xây dựng được quy trình công nghệ sản xuất giấy chịu nhiệt làm bằng mạch điện tử ở quy mô phòng thí nghiệm như sau:

- Điều kiện công nghệ chế tạo giấy để:



a



b

Hình 3. Kết quả TGA của mẫu (a) mẫu đối chứng không tráng phủ, (b) mẫu có tráng phủ

- + Nguyên liệu: bột USKP
- + Tinh chế bột: mức dùng H_2SO_4 2% so với bột khô tuyệt đối
- + Độ nghiêng bột giấy: $40 \pm 2^\circ SR$
- + Mức dùng tinh bột cation: 0,5% so với bột khô tuyệt đối
- Điều kiện công nghệ xử lý bề mặt:
- + Polymer nền, chất liên kết ngang, chất xúc tác và

nước, với tỷ lệ lần lượt là 85:11,7:3,3:220

- + Nồng độ chất rắn: 15%;
- + Định lượng lớp phủ: $3 \pm 1 g/m^2$.
- + Nhiệt độ tráng phủ bề mặt: $30 \pm 2^\circ C$

Các chỉ tiêu chất lượng của giấy chịu nhiệt chế tạo ở quy mô phòng thí nghiệm đảm bảo chất lượng theo yêu cầu cho sản xuất giấy chịu nhiệt dùng cho bảng mạch điện tử ❖

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ số 027.2025.ĐT.BO/HĐKH-CN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phát triển bền vững ngành công nghiệp điện tử, 2024, Ấn phẩm Báo Nhân Dân.
2. Bùi Huy Hải, Bùi Thị Nhi (2024), Xử lý rác thải điện tử: Giải pháp nào cho Việt Nam, Tạp chí Khoa học & Công nghệ Việt Nam số 07 năm 2024.
3. Hy Tuấn Anh (2010), Nghiên cứu sử dụng nguyên liệu trong nước cho sản xuất giấy cách điện, Đề tài cấp Bộ, Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulo.
4. The kraft paper in the global PCB laminate market is expected to grow with a CAGR of 8.7% from 2023 to 2028, (2023).
5. DuPont, Nomex® Technical Data Sheet, DuPont, USA.
6. ZORI Kraft Paper.(n.d). Bleached Kraft Paper for PCB - High Purity & Insulation, Retrieved from.
7. I. O. Tsybuk, S. V. Burinskii, A. A. Lysenko (2016), Paper Materials Based on Heat Resistant and Flame Resistant Fiber, Fibre Chemistry 48(3)
8. Harper, C. A. (2004). Electronic Materials and Processes Handbook. McGraw-Hill.
9. IPC-4101C: Specification for Base Materials for Rigid and Multilayer Printed Boards. Association Connecting Electronics Industries.
10. Bogdan Marciniak, Hieronim Maciejewski, Cezary Pietraszuk, Piotr Pawluc (2009) Hydrosilylation A Comprehensive Review on Recent Advances, Springer ISBN: ISBN 978-1-4020-8172-9

Ngày nhận bài: 12/01/2026; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 29/01/2026; Ngày chấp nhận đăng bài: 10/02/2026

Người phản biện: PGS.TS.Phan Huy Hoàng - Đại học Bách khoa Hà Nội

Thông tin tác giả:

NGUYỄN THỊ THANH¹, CAO VĂN SƠN¹, NGUYỄN THỊ HẰNG¹, HOÀNG VĂN TRINH¹

¹Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulo

RESEARCH ON TECHNOLOGICAL PROCESS FOR PRODUCING HEAT RESISTANT PAPER APPLIED IN MULTI-LAYER PAPERBOARD FOR ELECTRONIC CIRCUIT BOARDS AT LABORATORY SCALE

NGUYEN THI THANH¹, CAO VAN SON¹, NGUYEN THI HANG¹, HOANG VAN TRINH¹

¹Research institute of pulp and paper industry

ABSTRACT:

This paper presents the research results on developing a technological process for producing heat-resistant paper used as a substrate for electronic circuit boards at laboratory scale. Appropriate technological conditions were established, including the use of unbleached softwood kraft pulp (USKP) refined with H_2SO_4 , the addition of 0.5% starch (based on pulp weight) for internal sizing, and surface treatment with heat-resistant chemicals. The results showed that the obtained paper achieved a basis weight of $160.7 g/m^2$, thickness of 0.225 mm, tensile strength of 8.88 kN/m and thermal resistance up to $302^\circ C$. The proposed technological process demonstrates feasibility and contributes to the development of functional paper materials for applications in the electronics industry.

Keywords: heat-resistant paper; pulp and paper; coating paper; electronic circuit board