ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
อว 47

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

เรื่องที่ 2
การวิเคราะห์เพื่อหาชนิดของยาง และการทดสอบตัวอย่างกรมศุลกากร เพื่อการจัดพิกัดอัตราภาษีศุลกากร

โดย
นาง ดรุณี วัชราเรืองวิทย์
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว.

กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

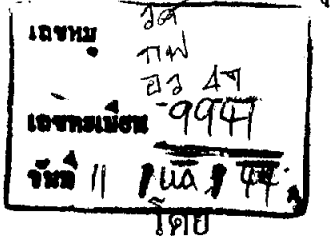
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

เรื่องที่ 2

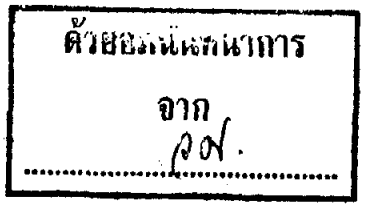
การวิเคราะห์เพื่อหาชนิดของยาง และการทดสอบตัวอย่างกรมศุลกากร เพื่อการจัดพิกัดอัตราภาษีศุลกากร



โดย

นาง ดรุณี วัชราเรืองวิทย์

นักวิทยาศาสตร์ 6 ว.



กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1

กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

การศึกษาทดลองนี้ดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างยางที่เป็นวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ยางที่ทำจากยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ โดยวิเคราะห์ยางอะไหล่รถจักรดีเซลจากการรถไฟแห่งประเทศไทย, ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ยางจากหน่วยงานเอกชน, โรงงานอุตสาหกรรมยาง, และตัวอย่างสินค้านำเข้ายางสังเคราะห์จากกรมศุลกากร เพื่อวิเคราะห์ทดสอบดังนี้

1. วิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างยาง " O" ring สำหรับรถจักรดีเซล ของการรถไฟฯ ว่าทำจากยาง Acrylonitrile butadiene(NBR), หรือ Fluoroelastomer(Viton) หรือยาง Silicone หรือไม่ ซึ่งถ้าเป็นยางทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวจะมีสมบัติทนต่อน้ำมัน ทนต่อความร้อน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

2. วิเคราะห์เพื่อหาชนิดของยาง ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมยาง เพื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์ยางจำหน่ายภายในประเทศ เป็นการทดแทนการนำเข้าและลดการสูญเสียเงินตราให้แก่ต่างประเทศ

3. ตัวอย่างจากกรมศุลกากร เป็นยางสังเคราะห์ชนิดใด และมีคุณสมบัติตามพิกัดอัตราศุลกากร ของหมายเหตุข้อ 4(ก) ตอนที่ 40 ปีพุทธศักราช 2530 หรือไม่

ในการวิเคราะห์ทดสอบ ได้ดำเนินการทดสอบสมบัติทางกายภาพ, การทำปฏิกิริยาทางเคมี และหาหมู่ฟังก์ชัน (functional group) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของยางได้แก่ Acrylonitrile, Styrene, Silicone ฯลฯ จากผลการวิเคราะห์ทดสอบดังกล่าวทำให้สามารถหาชนิดของยาง ทั้งยางสังเคราะห์และยางธรรมชาติได้ ซึ่งช่วยในการจัดพิกัดอัตราศุลกากร ทำให้กรมศุลกากรสามารถจัดเก็บภาษีได้ถูกต้อง การตรวจรับสินค้าตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และสามารถนำไปพัฒนาคุณภาพสินค้าให้ดียิ่งขึ้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ทดสอบ	2
1.2 ขอบเขตของการวิเคราะห์ทดสอบ	2
1.3 ระยะเวลาในการดำเนินการ	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยาง	3
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการ และสรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบ	6
3.1 วัสดุอุปกรณ์	6
3.2 วิธีวิเคราะห์ทดสอบ	6
3.3 สรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบ	19
บทที่ 4 ปัญหาที่เกิดขึ้น	31
4.1 ปัญหาและอุปสรรค	31
4.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	32
กิตติกรรมประกาศ	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก.	35

บทที่ 1
บทนำ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของรัฐ ให้บริการด้านการวิเคราะห์ ทดสอบ แก่หน่วยงานของเอกชนและหน่วยงานราชการอื่นๆ เช่นให้บริการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างสินค้านำเข้าของกรมศุลกากร ซึ่งรัฐจะต้องพิจารณาจัดเก็บภาษีตามพิกัดอัตราศุลกากร โดยขึ้นกับชนิดหรือประเภทของสินค้า สินค้าดังกล่าวที่ส่งมาขอความร่วมมือในด้านการวิเคราะห์ทดสอบ มักเป็นสินค้าที่มีปัญหา เช่น เป็นสินค้าใหม่ เป็นของผสม ไม่มีวิธีวิเคราะห์ที่แน่นอน ไม่มีข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ นอกจากชื่อทางการค้า หรือบางครั้งผู้นำเข้าตัวอย่างสินค้าแจ้งหรือให้ข้อมูลผิดพลาด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่าเป็นสารคนละตัวกับที่แจ้งไว้ เป็นต้น ในการวิเคราะห์ทดสอบจึงต้องอาศัยความรู้และความชำนาญ ตลอดจนการศึกษาข้อมูลทางวิชาการอย่างละเอียด เพื่อดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบให้ถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อมิให้รัฐสูญเสียรายได้หรือเกิดปัญหาข้อโต้แย้งกับผู้นำเข้าสินค้า รวมทั้งไม่ให้เกิดความล่าช้าในการนำสินค้าไปใช้งาน

นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรม การทำผลิตภัณฑ์ยางภายในประเทศ ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ยางหลายรูปแบบที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทั้งที่โรงงานยางภายในประเทศหลายโรงงาน มีศักยภาพในการผลิตสูง ต้องการทำผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ภายในประเทศ เป็นการทดแทนการนำเข้าและส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นหน่วยงานเดียวที่ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ เพื่อหาชนิดของยางให้กับหน่วยงานของรัฐและเอกชนตลอดมา

เอกสารฉบับนี้ยังจัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือ ในการวิเคราะห์หาชนิดของยางและขั้นตอนวิธีปฏิบัติ ในการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างยางสังเคราะห์จากกรมศุลกากร เพื่อ การจัดพิกัดอัตราศุลกากร สำหรับข้าราชการในงานวิเคราะห์ทดสอบยางของกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 อีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ทดสอบ

1.1.1 เพื่อใช้ในการพิจารณาตรวจรับให้แก่หน่วยงานของรัฐ และใช้เป็นพื้นฐานในการทำผลิตภัณฑ์ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมยาง

1.1.2 เพื่อหาชนิดของยางที่เป็นวัตถุดิบที่นำเข้าจากต่างประเทศ และเพื่อใช้ในการพิจารณาจัดพิกัดอัตราศุลกากรเพื่อการจัดเก็บภาษี

1.1.3 เพื่อพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทดสอบ และใช้เป็นคู่มือในการวิเคราะห์-ทดสอบหาชนิดของยาง ในงานวิเคราะห์ทดสอบยาง กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1

1.1.4 เพื่อเผยแพร่หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ทดสอบยาง โดยการจัดทำเป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรม ให้แก่เจ้าหน้าที่กรมศุลกากร เจ้าหน้าที่ภาครัฐ ภาคเอกชน ตลอดจนนิสิตนักศึกษาที่มารับการฝึกอบรม

1.2 ขอบเขตของการวิเคราะห์ทดสอบ

1.2.1 วิเคราะห์หาชนิดของยางในตัวอย่างยาง "O" ring ของการรถไฟแห่งประเทศไทย จำนวน 5 ตัวอย่าง

1.2.2 วิเคราะห์เพื่อหาชนิดของยาง ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 5 ตัวอย่าง

1.2.3 วิเคราะห์ตัวอย่างยางสังเคราะห์ที่นำเข้า จากกรมศุลกากร จำนวน 5 ตัวอย่าง

1.3 ระยะเวลาในการดำเนินการ

มกราคม 2536 - ธันวาคม 2536 รวมเป็นเวลา 12 เดือน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ใช้เป็นคู่มือในการวิเคราะห์ทดสอบเพื่อหาชนิดของยาง ของนักวิทยาศาสตร์ในกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1

1.4.2 ช่วยให้รัฐสามารถจัดเก็บภาษีศุลกากร ในการนำเข้าวัตถุดิบยางสังเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง

1.4.3 ช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมยางภายในประเทศ สามารถผลิตสินค้าใช้ภายในประเทศ ทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ และยังช่วยลดการขาดดุลทางการค้าอีกด้วย

บทที่ 2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยาง

ยางโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือยางธรรมชาติ และยางสังเคราะห์

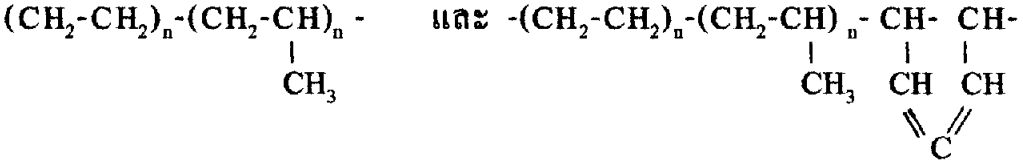
ยางธรรมชาติ ได้จากน้ำยางจากต้นยางพารา ยางธรรมชาติที่จำหน่ายอยู่ทั่วไปในตลาด มีอยู่ใน 3 รูปแบบคือ

1. น้ำยางข้น (Concentrated latex)
2. ยางแผ่นรมควัน (Smoked sheet rubber)
3. ยางแท่ง (Rubber block)

ยางสังเคราะห์ หมายถึงยางที่ได้จากการเตรียมขึ้นมาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม แล้วนำมาปรับปรุงคุณภาพ (modified) เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานเฉพาะด้าน โดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับ functional group ต่างๆ ยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้ทั่วๆไปมีดังต่อไปนี้ (1)

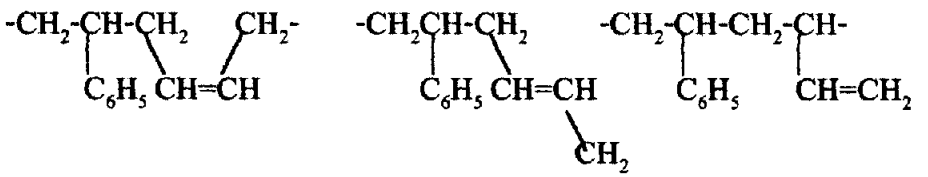
Ethylene-propylene rubber มีชื่อย่อว่า EPDM , EPR , EPM , EPT และชื่อทางการค้าที่นิยมใช้มี Dutral , Intalon , Nordel , Royalene และ Vistalon จะมีโครงสร้าง 2 แบบ คือ

$-(CH_2-CH_2)_n-(CH_2-CH)_n-$ และ $-(CH_2-CH_2)_n-(CH_2-CH)_n-CH-CH-$



ยางชนิดนี้เป็นยางที่มีสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี และทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้สูง ใช้ในการทำฉนวนหุ้มท่อแอร์ หุ้มสายแคเบิ้ล หุ้มสายไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น

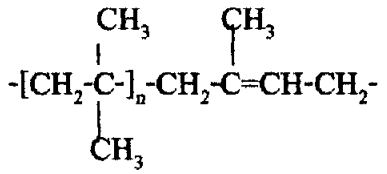
Styrene-butadiene rubber (SBR) มีชื่อทางการค้าที่พบอยู่บ่อยๆเช่น GR-S Ameripol , Cariflex S , Nipol , Polysar S , Solprene เป็นต้น มีโครงสร้างเป็น 3 แบบ



styrene cis-1,4 butadiene trans-1,4 butadiene 1,2 butadiene or vinyl

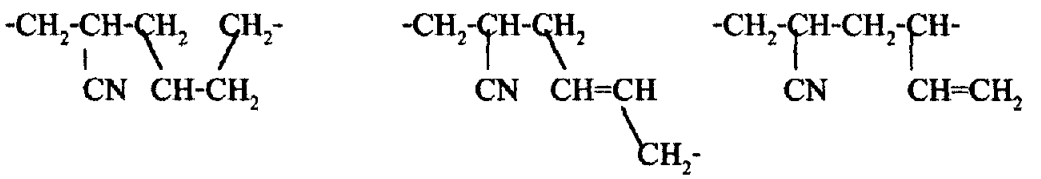
ยางชนิดนี้ มีความทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี จึงใช้ในอุตสาหกรรมยางพื้นรองเท้า ใช้ผสมกับยางชนิดอื่นในการทำล้อยางชนิดต่างๆ ตลอดจนล้อยางรถบรรทุก และลูกยางเบรกในรถยนต์

Butyl rubber หรือ Isobutylene-isoprene rubber (IIR) มีชื่อทางการค้าเช่น Bucar, Socabutyl มีโครงสร้างเป็น



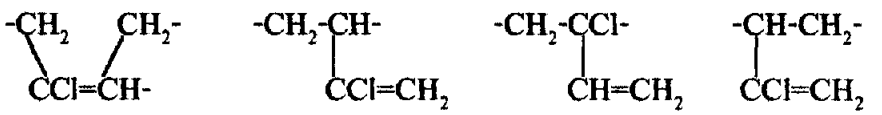
เป็นยางที่มีความทนทานต่อความร้อน ทนทานต่อโอโซน และทนทานต่อการเสื่อมสภาพเมื่อถูกออกซิไดซ์ (aging oxidation) นอกจากนี้ยังมีความทนทานต่อการซึมผ่านของก๊าซได้ดี จึงใช้มากในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ ยางรถบรรทุกขนาดใหญ่ ยางในรถยนต์ และยางในรถจักรยานยนต์

Acrylonitrile butadiene rubber (NBR) มีโครงสร้างเป็น 3 แบบ



มีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันหล่อลื่นได้ดี จึงใช้ทำยาง "O"ring และปะเก็นยางต่างๆ (gasket) และทำท่อส่งน้ำมันปิโตรเลียม

Chloroprene rubber , Neoprene rubber (CR) หรือ Poly (2-chloro 1,3-butadiene) มีลักษณะโครงสร้างเป็น 4 แบบ

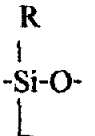


มีคุณสมบัติทนต่อโอโซนได้ดี ทนต่อความร้อน ทนต่อแรงฉีกขาด และทนต่อการยุบตัวเนื่องจากแรงกดได้ดี ใช้ทำยางรองคอสะพาน ยางรองรางรถไฟ สายพานลำเลียง เป็นต้น

Fluoroelastomer , Fluoro rubber หรือ Viton

มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของ กรด ด่าง และสารเคมีต่างๆได้ดีมาก ทนต่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำได้ดีระหว่างอุณหภูมิ -100 ถึง 350 องศาเซลเซียส มีความเสียดทานต่ำ มีความลื่น เหมาะสำหรับทำ "O" ring ที่ใช้ในเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแรงสูง

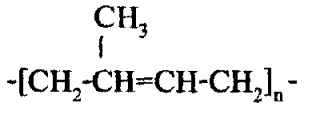
Silicone rubber หรือ Polysiloxane มีโครงสร้างเป็น



R เป็นได้ตั้งแต่ CH_3- เป็นต้นไป

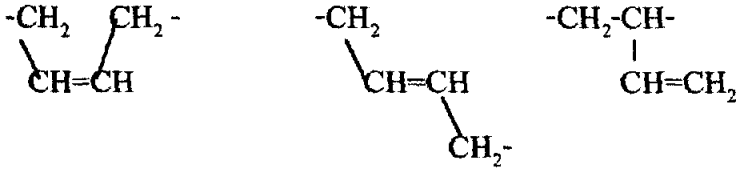
มีคุณสมบัติทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี มีความทนทานต่อสารเคมี และมีราคาถูกกว่า Viton มาก ใช้ทำ "O" ring และใช้งานภายนอกอาคารที่ต้องการกันการรั่วซึมของน้ำได้ดี

1,4-Polyisoprene rubber มีโครงสร้างเป็น



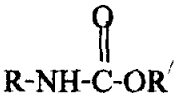
ซึ่งจะอยู่ในรูป cis-polyisoprene และ trans-polyisoprene มีคุณสมบัติคล้ายยางธรรมชาติ

Butadiene rubber มีโครงสร้างเป็น



cis-1,4 trans-1,4 1,2 or vinyl

Polyurethane rubber มีโครงสร้างเป็น



มีความทนต่อการขีดข่วนได้ดี ทนต่อการซึมผ่านของน้ำ ทนต่อแรงกระแทกดี ใช้ในการทำสายพานลำเลียง ทำพื้นรองเท้า ทำยางกันชนรถยนต์

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินการ และสรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบ

3.1 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบประกอบด้วย

วัตถุดิบยางและผลิตภัณฑ์ยางชนิดต่างๆรวม 15 ตัวอย่าง

สารเคมีต่างๆ

เครื่องแก้ว

ตู้อบไฟฟ้าชนิดมีพัดลม

แท่นทำความร้อน (hot plate)

เครื่องอังไอน้ำ

เครื่องผสมยาง

เครื่องอัดแผ่นยาง

เครื่องทดสอบการยืดของยาง

เครื่อง Infra-red Spectrophotometer (IR)

3.2 วิธีวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

3.2.1 การวิเคราะห์ทดสอบขั้นต้น[2]

เป็นการทดสอบสมบัติทางกายภาพทั่วๆไป เช่น การเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน การติดไฟและการลุกไหม้ ความถ่วงจำเพาะ เป็นต้น จากนั้นนำมาเปรียบเทียบผลกับตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ลักษณะการติดไฟและการลุกไหม้ของยาง

ตารางที่ 1 ชนิดและลักษณะของยางที่ติดไฟแล้ว ซึ่งเปลวไฟจะดับเมื่อเอาออกจากตะเกียง

ชนิดของยาง	สีของเปลวไฟ	กลิ่น	ลักษณะอื่นๆ
Chlorosulphonated polyethylene	สีเหลืองสว่าง	ฉุนแสบจมูก	มีควันสีเทา
Polychloroprene	สีเหลือง,มีควัน	ฉุนแสบจมูก	ควันมีฤทธิ์เป็นกรด
Fluorinated rubbers (Vinylidene fluoride copolymers)	สีเหลือง	ไม่ฉุนแต่เป็นอันตราย	ควันมีฤทธิ์เป็นกรด
Rubber hydrochloride	สีเหลืองและมีฐานสีเขียว, มีควัน	ฉุน	ควันมีฤทธิ์เป็นกรด

ตารางที่ 2 ชนิดและลักษณะของยางที่ติดไฟแล้ว และยังคงลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากตะเกียง

ชนิดของยาง	สีของเปลวไฟ	กลิ่น	ลักษณะอื่นๆ
Acrylate rubber	สีเหลือง,มีควัน	คล้ายผลไม้	-
Butyl rubber	สีเหลือง,มีควัน	อ่อนไม่รุนแรง	-
Ethylene-propylene rubber	สีเหลืองบนฐานสีน้ำเงิน	คล้ายการติดไฟของเทียนไข	-
Nitrile rubber	สีเหลือง,มีควัน	ไม่รุนแรง,มีพิษ	-
Polybutadiene	สีเหลืองบนฐานสีน้ำเงิน	ไม่รุนแรง,มีพิษ	-
Polyisoprene (natural and synthetic)	สีเหลือง,มีควัน	เหม็น,มีอันตราย	-
Polysulphide	สีน้ำเงิน	กำมะถัน	ควันมีฤทธิ์เป็นกรด
Polyurethane rubber	สีเหลืองบนฐานสีน้ำเงิน	ฉุนแสบจมูก	-
Silicone rubber	สีเหลืองจ้าและมีสีขาว	ไม่มีกลิ่น	ควันสีขาวและมีเถ้าสีขาว
Styrene-butadiene rubber	สีเหลืองและมีควันมาก	สไตรีน	-
Vinylpyridene-(styrene-butadiene)	สีเหลืองและมีควันมาก	สไตรีน	-

3.2.2 การวิเคราะห์ทางเคมี [3]

3.2.2.1 วิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบหลัก (Elemental analysis)

โดยการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบหลักต่างๆที่อยู่ในยาง ถ้าตัวอย่างเป็นยางที่ผ่านกรรมวิธีการ Vulcanization มาแล้ว ให้สกัดยางตัวอย่างก่อนวิเคราะห์ด้วย metyl ethyl ketone โดยตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 2 กรัม ต้มใน methyl ethyl ketone ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 15 นาที เทสารละลายทิ้งแล้วทำซ้ำอีก 1 ครั้ง เท สารละลายทิ้ง ใช้กระดาษกรองซับตัวอย่างให้แห้ง หรืออบที่อุณหภูมิ 70°C จนแห้งแล้วนำไปวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบ โดยทำ sodium fusion แล้ววิเคราะห์หา ไนโตรเจน คลอรีน โบรมีน ฟลูออรีน และซัลเฟอร์

การทำ sodium fusion

ใส่ตัวอย่างประมาณ 0.1 กรัม ลงใน ignition tube ตัดโลหะโซเดียมประมาณ 0.2 กรัม ซับน้ำมันให้แห้งด้วยกระดาษกรอง ใส่ลงในหลอดแก้วเดิม นำไปลนที่เปลวไฟจากตะเกียงบุนเสน ใช้เปลวไฟอ่อนเผาจนยางตัวอย่างและโซเดียมทำปฏิกิริยากันจนหมด เผาหลอดแก้วต่อด้วยเปลวไฟที่ร้อนแรง จนก้นหลอดแก้วแดงเป็นเวลาประมาณ 5 นาที จุ่มหลอดแก้วลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นบรรจุอยู่ประมาณ 15 มิลลิลิตร เมื่อหลอดแก้วแตกนำบีกเกอร์ไปต้มต่อจนเดือด กรองสารละลายแล้วแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ใส่ในหลอดทดลอง นำไปวิเคราะห์หา ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ คลอรีน โบรมีน และฟลูออรีนตามลำดับ

วิธีวิเคราะห์หา ไนโตรเจน

เติมสารละลาย 5% ferrous sulfate ซึ่งเตรียมใหม่ๆจำนวน 3 หยด ลงในหลอดทดลองที่ 1 แล้วนำไปต้มให้เดือด ทิ้งไว้จนเย็น ทำสารละลายให้เป็นกรดโดยเติม 5 N. Sulfuric acid และเติมสารละลาย 0.5 N. ferric chloride ลงไป 2-3 หยด ถ้ามีตะกอนสีน้ำเงินเกิดขึ้น ซึ่งเป็นตะกอนของ ferric ferro cyanate แสดงว่า ในยางตัวอย่างมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

วิธีวิเคราะห์หา ซัลเฟอร์

ในหลอดทดลองที่ 2 เติมสารละลาย 5% sodium nitroprusside ที่เตรียมใหม่จำนวน 2-3 หยดลงไป เขย่าให้เข้ากัน ถ้ามีสีม่วงเกิดขึ้น แสดงว่ามีซัลเฟอร์อยู่ในยางตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์หา คลอรีนและโบรมีน

ในหลอดทดลองที่ 3 ทำสารละลายให้เป็นกรด ด้วยการเติมสารละลาย 5 N.nitric acid นำหลอดทดลองไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 2 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น เติมสารละลาย 0.1 N. silver nitrate ลงไป 2-3 หยด ถ้าเกิดตะกอนสีขาวและเมื่อเติมสารละลาย ammonium hydroxide ลงไปแล้วตะกอนละลายหมด แสดงว่ามีคลอรีนอยู่ในตัวอย่าง แต่ถ้าเกิดตะกอนสีเหลืองซึ่งไม่ละลายในสารละลาย ammonium hydroxide แสดงว่ามีโบรมีนอยู่ในตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์หา ฟลูออรีน

ในหลอดทดลองที่ 4 เติมสารละลาย 5 N. hydrochloric acid ทีละหยดจนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกลาง ใช้กระดาษ pH เป็นตัววัดความเป็นกรด-ด่าง เตรียมกระดาษทดสอบโดยใช้กระดาษกรองจุ่มลงในสารละลายผสมของ 1 % zirconium nitrate และ 0.1 % alizarin red รอจนกระดาษกรองแห้ง ก่อนนำมาใช้ทดสอบให้หยดสารละลาย 50% acetic acid ลงบนกระดาษกรอง 2-3 หยด ซึ่งจะมีสีแดงเกิดขึ้น นำสารละลายจากหลอดทดลองหยดลงบนกระดาษกรองดังกล่าว ถ้าสีแดงของกระดาษกรองเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่ามีฟลูออรีนอยู่ในตัวอย่าง

เมื่อวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบได้แล้ว ก็จะคาดหมายได้ว่ายางตัวอย่างอาจเป็นยางชนิดใด โดยการเปรียบเทียบกับตารางที่ 3

ตารางที่ 3[2]การวิเคราะห์หาชนิดของยาง โดยดูจากธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในยาง	ชื่อยางสังเคราะห์
กลุ่มที่ 1 ยางที่มีไนโตรเจน	Nitrile rubber Polyurethane rubber Vinylpyridene rubber
กลุ่มที่ 2 ยางที่มีกำมะถัน	Chlorosulphonated polyethylene rubber Polysulphide rubber
กลุ่มที่ 3 ยางที่มีคลอรีน	Chlorinated butyl rubber Chlorosulphonated polyethylene rubber Chloroprene rubber

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หาชนิดของยาง โดยดูจากธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก(ต่อ)

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในยาง	ชื่อยางสังเคราะห์
กลุ่มที่ 4 ยางที่มีโบรมีน	Brominated butyl rubber
กลุ่มที่ 5 ยางที่มีฟลูออรีน	Fluorinated rubber
กลุ่มที่ 6 ยางที่ไม่มีไนโตรเจน,ไม่มีกำมะถันและไม่มีธาตุฮาโลเจนต่างๆ	Acrylate rubber Butyl rubber Ethylene propylene rubber Natural rubber Polybutadiene rubber Polyisoprene rubber Styrene butadiene rubber Silicone rubber

3.2.2.2 ขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์ (*Final identification*)

โดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีเฉพาะของยางแต่ละชนิด ซึ่งจะมีสีเกิดขึ้น ทำให้รู้ว่าเป็นยางชนิดใด

Reaction with Burchfield's reagent[3]

วิธีเตรียมสารละลาย Burchfield 's reagent

ชั่ง p-dimethylamino benzaldehyde จำนวน 1 กรัม และ hydroquinone จำนวน 0.01 กรัมละลายใน methanol ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปอุ่นให้ร้อน จากนั้นเติม hydrochloric acid เข้มข้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วเติม ethylene glycol ลงไปปริมาตร 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน วัดค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายด้วย hydrometer ให้ได้เท่ากับ 0.851 ถ้าไม่เท่าให้ปรับด้วยการเติม methanol ในกรณีที่ความถ่วงจำเพาะสูงกว่า หรือเติม ethylene glycol กรณีที่ความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดเก็บสารเคมีสีน้ำตาลจะเก็บไว้ได้นานหลายเดือน

วิธีทดสอบ ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 1 กรัม สกัดด้วย acetone โดยการต้มในบิกเกอร์ประมาณ 5 นาที กรองชิ้นตัวอย่างออกทิ้งไว้จนแห้ง ใส่ชิ้นตัวอย่างใน

ignition tube นำไปลนที่เปลวไฟ เอียงหลอดทดลองเพื่อให้ไอของตัวอย่างที่เกิดจากการเผาไหม้ ผ่านลงไปยังหลอดทดลองที่ 2 ซึ่งใส่สารละลาย Burchfield's reagent ไว้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน สังเกตุดูสีที่เกิดขึ้นในสารละลายหลอดที่ 2 แล้วบันทึกไว้ เติม methanol ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วนำหลอดทดลองไปต้มจนเดือด ดูสีที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบกับตารางที่ 4 ก็อาจจะรู้ว่าตัวอย่างเป็นยางชนิดใด

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์หาชนิดของยาง โดยดูสีที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างยางกับ Burchfield' s reagent

ชนิดของยาง	ปฏิกิริยาหลังจากผ่านไอของตัวอย่างที่เกิดการเผาไหม้	ปฏิกิริยาหลังจากเติมเมทานอลแล้วนำไปต้มให้ร้อน
Natural rubber a nd synthetic cis1,4-polyisoprene	เกิดสีแดง-น้ำตาล	เกิดสีแดง-ม่วง
Butadiene-styrene rubber	เกิดสีเหลือง-เขียว	เกิดสีเขียว
Butadiene-acrylonitrile rubber	เกิดสีส้ม-แดง	เกิดสีแดงทับทิม
Chlorobutadiene rubber (Neoprene rubber)	ไม่จำเพาะ , เกิดสีเหลือง-เขียว	เกิดสีเขียวขี้ม้า
Chlorosulphonated polyethylene	เกิดสีเหลือง	เกิดสีเหลือง
Butyl rubber	เกิดสีเหลือง	เกิดสีน้ำเงิน-ม่วง
Silicone rubber	เกิดสีเหลือง	เกิดสีเหลือง
Polyurethane rubber	เกิดสีเหลือง	เกิดสีเหลือง

Identification by Spot Tests[4]

วิธีการในการวิเคราะห์ทดสอบโดยการใช้กระดาษกรองชุบสารละลายเคมี ที่เตรียมสำหรับวิเคราะห์ยางเฉพาะตัว ทิ้งไว้ให้แห้ง (Spot Test Papers) แล้วหยดสารละลายเคมีอีกชนิดหนึ่ง (*Wetting solution*) ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ยางชนิดเดียวกันลงบนกระดาษกรองให้เปียก ก่อนนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบ จากนั้นนำไปอังที่ปากหลอดทดลองที่มีตัวอย่างยางซึ่งผ่านการสกัดด้วยอะซีโตนแล้ว นำหลอดทดลองไปลนที่เปลวไฟ เพื่อให้เกิดควันและไอจากการเผาไหม้ของยางตัวอย่าง ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสารเคมีบนกระดาษกรองทำให้มีสีเกิดขึ้น บันทึกสีที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับในตารางที่ 5 เพื่อทราบว่าเป็นยางชนิดใด

ตารางที่ 5 สีที่เกิดขึ้นจากการทดสอบยางด้วยวิธี Spot Test Paper

ชนิดของยาง	สีที่เกิดขึ้นบนกระดาษทดสอบ CR-NBR	สีที่เกิดขึ้นบนกระดาษทดสอบ IIR	สีที่เกิดขึ้นบนกระดาษทดสอบ SBR-NR-IIR
CR	สีแดง	ไม่เกิดสี*	สีเขียว
NBR	สีเขียว	สีน้ำตาลอ่อน	สีเหลืองแกมเขียว
SBR	ไม่เกิดสี*	สีน้ำตาล	สีน้ำเงินแกมเขียว
NR or IR	ไม่เกิดสี*	สีน้ำตาล	สีน้ำเงิน
IIR	ไม่เกิดสี*	สีเหลือง	สีม่วงอ่อน

ไม่เกิดสี* หมายถึงเกิดสีน้ำตาลอ่อนๆ(เป็นการทำ blank test)

วิธีเตรียมกระดาษกรองและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สำหรับวิเคราะห์ทดสอบ ยางคลอโรปรีน (CR) และยางไนไตร (NBR)

1.1 CR-NBR Spot Test Papers จุ่มกระดาษกรองในสารละลายผสมของ Cupric acetate จำนวน 2.0 กรัม และ Metanil yellow จำนวน 0.25 กรัม ละลายใน Methanol และทำให้มีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ให้เปียกทั่วทั้งแผ่น ทิ้งไว้จนแห้ง ตัดออกเป็นแถบกว้างประมาณ 2 เซ็นติเมตร เก็บไว้ในขวดแก้วสีน้ำตาลที่ปิดฝาสนิท

1.2 CR-NBR Wetting solution เตรียมโดยละลาย Benzidine dihydrochloride จำนวน 2 กรัมในสารละลายผสมระหว่าง Methanol และน้ำกลั่นปริมาตรอย่างละ 500 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย Hydroquinone ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ลงไปจำนวน 10 มิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดแก้วสีน้ำตาลเพื่อให้ใช้ได้นานหลายเดือน

2. สำหรับทดสอบยาง ไอโซบิวไทลีน ไอโซปรีน (IIR)

2.1 ให้ใช้กระดาษกรองที่ไม่ได้จุ่มสารเคมีเป็นกระดาษทดสอบ และใช้จุ่มสารละลายในข้อ 2.2 ก่อนใช้ทดสอบ

2.2 IIR Wetting solution เตรียมสารละลายผสมของกรดซัลฟิวริกเข้มข้น จำนวน 15 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น จำนวน 80 มิลลิลิตร เติม Mercuric oxide ลงไปจำนวน 5.0 กรัม คนให้เข้ากันแล้วนำไปอุ่นบนแผ่นให้ความร้อนจนละลายหมด ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดแก้วสีน้ำตาล

3. สำหรับทดสอบยางสไตรีนบิวตะไดอีน (SBR)-ยางธรรมชาติ (NR)-ยางไอโซปรีน (IR)

3.1 SBR-NR-IR Spot Test Paper จุ่มกระดาษกรองลงในสารละลายผสมของ Dimethyl aminobenzaldehyde จำนวน 3 กรัม และ Hydroquinone จำนวน 0.05 กรัม ซึ่งละลายใน Ethyl ether ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ตัดกระดาษกรองออกเป็นแถบกว้างประมาณ 2 เซ็นติเมตร เก็บไว้ในขวดแก้วสีน้ำตาล

ข้อควรระวัง ให้เตรียมสารละลายผสม และกระดาษกรองสำหรับทดสอบในตู้ดูดควันเท่านั้น เพื่อป้องกันไอระเหยของอีเทอร์เข้าจมูก

3.2 SBR-NR-IR Wetting solution ละลาย Trichloroacetic acid จำนวน 30 กรัม ใน Isopropanol ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ให้เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดแก้วสีน้ำตาล

ข้อควรระวัง อย่าให้สารละลายนี้ถูกผิวหนัง ถ้าถูกผิวหนังให้รีบล้างด้วยน้ำ สะอาดเป็นเวลานานๆ

Weber's colour test[2] สำหรับทดสอบยางธรรมชาติ หรือ Polyisoprene rubber

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 1 กรัม สกัดด้วย methanol ปริมาตร 20 มิลลิลิตรเป็นเวลา 5 นาที กรองตัวอย่างแล้วทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำชิ้นตัวอย่างใส่หลอดทดลอง เติมสารละลายที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 ของ Bromine ใน Carbon tetrachloride ลงไปจำนวน 5 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองไปต้มในอ่างน้ำร้อนจนกระทั่งสี

ของโบรมีนจางหายไป เติมสารละลาย ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 ของ Phenol ใน Carbon tetrachloride ลงในหลอดทดลองจำนวน 5 มิลลิลิตร ต้มต่อไปจนกระทั่งสารละลายในหลอดทดลองเกือบแห้ง สังเกตุดูที่ก้นหลอดทดลองถ้ามีสีม่วงเกิดขึ้น แสดงว่าตัวอย่างเป็นยางธรรมชาติ หรือ Polyisoprene rubber

Silicone rubber test[1]

เผาชิ้นตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ในเบ้าที่ทำจากแพลทินัมจนกลายเป็นเถ้าสีขาว ทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรดกัดแก้ว (Hydrofluoric acid) ลงไปประมาณ 5 มิลลิลิตร นำไปต้มในตู้ดูดควันจนแห้ง (ประมาณครึ่งชั่วโมง) ถ้าตะกอนขาวหายไปหมด หรือเกือบหมด แสดงว่าตัวอย่างเป็นยางซิลิโคน

Polysulphide rubber test[2]

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายกรดไนตริกเข้มข้นอยู่ 5 มิลลิลิตร ถ้าเกิดปฏิกิริยาอย่างทันทีและมีควันสีน้ำตาลเกิดขึ้น แสดงว่าตัวอย่างเป็น Polysulphide rubber

3.2.3 การวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องมือ

3.2.3.1 วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Infra-red Spectrophotometer[5]

ยางที่เป็นผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านขบวนการทำให้ยางสุก (vulcanization) ดังนั้นส่วนใหญ่จะไม่ละลายในตัวทำละลายใดๆ การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง IR. Spectrophotometer จะทำได้โดยการเผาชิ้นตัวอย่างใน ignition tube แล้วเก็บไอที่เกิดจากการเผาไหม้และควบแน่น (condensate from pyrolysation) มาทาบน quartz cell สำหรับการ run IR. แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง IR. Spectophotometer เปรียบเทียบสเปกตรัมที่ได้กับ สเปกตรัมมาตรฐานของยางชนิดต่างๆจากเอกสารอ้างอิง ว่ามีลักษณะคล้ายหรือเหมือนกับยางชนิดใด ผลจากการเปรียบเทียบสเปกตรัม นำมาพิจารณาประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อสรุปว่าวัตถุตัวอย่างเป็นยางชนิดใด

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตารางแสดงค่า absorbance spectrum ของยางชนิดต่างๆ[6]

ตารางที่ 6 ยางธรรมชาติ / Isoprene rubber (รูปที่ 1 และ 2)

Wavelength , μm	Wavenumber , cm^{-1}	Intensity
11.3	885	very strong
7.3	1370	strong
12.5	800	medium
6.1	1640	medium
11.0	909	shoulder

มีการดูดกลืนแสงสูงที่ความยาวคลื่นแสง 11.3 และ7.3 ไมโครเมตร ที่ความยาวคลื่นแสง 6.1 และ 12.5 ไมโครเมตร มีการดูดกลืนแสงลดลง

ตารางที่ 7 Styrene- butadiene rubber (รูปที่ 3 และ 4)

Wavelength , μm	Wavenumber , cm^{-1}	Intensity
14.3	699	very strong
12.9	775	strong
6.7	1490	medium
11.0	909	strong
10.1	990	fairy strong
10.4	962	medium

มีการดูดกลืนแสงสูงมากที่ความยาวคลื่นแสง 14.3,12.9 และ 11.0 ไมโครเมตร ซึ่งจะเห็น peaks ชัดเจน และที่ความยาวคลื่นแสง 10.1 และ10.4 ไมโครเมตร จะมีการดูดกลืนแสงลดลง

ตารางที่ 8 Acrylonitrile-butadiene rubber (รูปที่ 5 และ 6)

Wavelength , μm	Wavenumber , cm^{-1}	Intensity
4.5	3220	medium , strong
10.4	962	medium
6.2	1610	medium
6.3	1590	medium
11.0	909	medium

มีการดูดกลืนแสงเห็นได้ชัดเจนที่ความยาวคลื่นแสง 4.5 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของยางที่มี acrylonitrile ประกอบอยู่

ตารางที่ 9 Chloroprene rubber (รูปที่ 7 และ 8)

Wavelength , μm	Wavenumber , cm^{-1}	Intensity
12.2	820	medium
13.4	747	weak , sometime absent
13.0	769	"
11.3	885	medium
14.3	699	medium

ยาง Chloroprene จะให้ peaks ของการดูดกลืนแสงที่ไม่เด่นชัดนัก จุดที่ใช้ในการพิจารณาคือการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 12.2, 11.3 และ14.3 ไมโครเมตร

ตารางที่ 10 Butyl rubber (รูปที่ 9 และ 10)

Wavelength , μm	Wavenumber , cm^{-1}	Intensity
7.3	1370	strong
7.2	1390	strong
11.3	885	strong
8.0-8.2	1250-1220	medium doublet
		sometime absent
13.8	727	very weak
		sometime absent

มีการดูดกลืนแสงสูงที่ความยาวคลื่นแสง 7.3,7.2 และ11.3 ไมโครเมตร

ตารางที่ 11 Polybutadiene rubber (รูปที่ 11 และ 12)

Wavelength , μm	Wavenumber ,cm^{-1}	Intensity
11.0	909	strong
10.4	962	strong
10.1	990	medium
12.3	813	weak
14.4	695	weak

มีการดูดกลืนแสงสูงที่ความยาวคลื่นแสง 11.0, 10.4 ไมโครเมตร และมีการดูดกลืนแสงปานกลางที่ความยาวคลื่นแสง 10.1 ไมโครเมตร

ตารางที่ 12 Ethylene-propylene rubber (รูปที่ 13 และ 14)

Wavelength , μ m	Wavvenumber ,cm^{-1}	Intensity
7.3	1370	strong
11.0	909	strong
11.3	885	strong
10.4	962	medium
13.8	725	medium

มีการดูดกลืนแสงสูงที่ความยาวคลื่นแสง 7.3, 11.0 และ 11.3 ไมโครเมตร มีการดูดกลืนแสงลดลงที่ความยาวคลื่นแสง 10.4 และ13.8 ไมโครเมตร

ตารางที่ 13 Chlorosukphonated polyethylene rubber (รูปที่ 15 และ 16)

Wavelength , μm	Wavenumber ,cm^{-1}	Intensity
11.0	909	strong
10.4	962	medium
10.1	990	medium
12.3	813	weak
13.5	741	medium
13.9	720	weak
14.4	695	weak

มีการดูดกลืนแสงสูงที่ความยาวคลื่นแสง 11.0 ไมโครเมตร ที่ความยาวคลื่นแสง 10.4, 10.1 และ 13.5 ไมโครเมตร มีการดูดกลืนแสงลดลง

สรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบ

การวิเคราะห์ตัวอย่างยาง "O" ring และยางอะไหล่รถจักรดีเซล ของการรถไฟแห่งประเทศไทย

การรถไฟแห่งประเทศไทยได้ส่งตัวอย่างยาง "O" ring , ยางอะไหล่แอร์เบรกสำหรับรถจักรดีเซลไฟฟ้า ยี. อี ยางอะไหล่สำหรับรถจักรดีเซลไฮดรอลิก เฮนเซล และยางอะไหล่สำหรับรถจักรดีเซลไฟฟ้า อัลสตอม รวม 5 ตัวอย่าง ซึ่งต้องการให้วิเคราะห์ว่าทำจากยาง Acrylonitrile butadiene rubber ยาง Viton (Fluoroelastomer) และยาง Silicone ใช่หรือไม่

ดำเนินการวิเคราะห์ โดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ การทำปฏิกิริยาทางเคมี และการใช้เครื่องมือในการทดสอบตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างยาง "O" ring และยางอะไหล่สำหรับรถจักร จากการรถไฟแห่งประเทศไทย ตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างยางอะไหล่รถจักร จากการรถไฟแห่งประเทศไทย

รายการวิเคราะห์	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตังอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
1.ทดสอบการติดไฟและการลุกไหม้	-ติดไฟได้และลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสีเหลืองมีควันและเขม่า ควันมีฤทธิ์เป็นด่าง แสดงว่ามีไนโตรเจนในยาง	-มีลักษณะการติดไฟ และการลุกไหม้เหมือนตัวอย่างที่ 1	-ติดไฟได้ยากและดับเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสีเหลืองจ้า ควันมีฤทธิ์เป็นกรด แสดงว่ามีธาตุพวกฮาโลเจนในยาง	-ลักษณะการติดไฟ และการลุกไหม้เหมือนตัวอย่างที่ 3	-ติดไฟได้และยังคงลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟเหลือง มีควันสีขาวและเหลือเถ้าสีขาวจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะของยางซิลิโคน
2.ทำ Sodium fusion แล้ววิเคราะห์หาองค์ประกอบ	-จากการวิเคราะห์พบว่ามีไนโตรเจนอยู่ในยางจริง	-จากการวิเคราะห์พบว่ามีไนโตรเจนอยู่ในยางจริง	-จากการวิเคราะห์พบว่ามีฟลูออไรด์อยู่ในยางจริง	-จากการวิเคราะห์พบว่ามีฟลูออไรด์อยู่ในยางจริง	-ไม่พบไนโตรเจน และธาตุพวกฮาโลเจน
3.ทำปฏิกิริยา Spot Test Paper	-มีสีเขียวเกิดขึ้น แสดงว่าวัตถุตัวอย่างเป็นยาง NBR	-มีสีเขียวเกิดขึ้น แสดงว่าวัตถุตัวอย่างเป็นยาง NBR	-ไม่เกิดปฏิกิริยา	-ไม่เกิดปฏิกิริยา	-ไม่เกิดปฏิกิริยา
4.ทำปฏิกิริยากับ Burchfield' s reagent	-มีสีแดงเกิดขึ้น แสดงว่าวัตถุตัวอย่างเป็นยาง NBR จริง	-มีสีแดงเกิดขึ้นแสดงว่าวัตถุตัวอย่างเป็นยาง NBR จริง	-ไม่เกิดปฏิกิริยา	-ไม่เกิดปฏิกิริยา	-ไม่เกิดปฏิกิริยา
5.ทำปฏิกิริยาเฉพาะชนิดยาง	-	-	-	-	-วิเคราะห์เถ้าซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของยางพบว่าเถ้าเกือบทั้งหมดเป็นซิลิกาซึ่งมาจากยางซิลิโคนเท่านั้น

ตารางที่ 14 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างยางอะไหล่รถจักร จากการรถไฟแห่งประเทศไทย (ต่อ)

รายการวิเคราะห์	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
6.Run IR Spectrum	-ได้สเปกตรัมดังรูปที่ 20ซึ่งมีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ NBR รูปที่ 6	-ได้สเปกตรัมดังรูปที่ 21ซึ่งมีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของNBR รูปที่ 6	-ได้สเปกตรัมดังรูปที่ 22ซึ่งมีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ Fluoroelastomer รูปที่ 17	-ได้สเปกตรัมดังรูปที่ 23ซึ่งมีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ Fluoroelastomer รูปที่ 17	-ได้สเปกตรัมดังรูปที่ 24ซึ่งมีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของสารประกอบ Silicone รูปที่ 18
สรุปผลการวิเคราะห์	-วัตถุตัวอย่างทำจากยาง NBR	-วัตถุตัวอย่างทำจากยาง NBR	-วัตถุตัวอย่างทำจากยาง Fluoroelastomer (VITON)	-วัตถุตัวอย่างทำจากยาง Fluoroelastomer (VITON)	-วัตถุตัวอย่างทำจาก Silicone rubber

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 14 ตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 4 และรายการที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทั้งสองทำจากยาง NBR ตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 4 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 2 และรายการที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทั้งสองทำจากยาง VITON ตัวอย่างที่ 5 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 5 และรายการที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยาง Silicone

การวิเคราะห์หาชนิดของยาง ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ยางให้แก่หน่วยงานเอกชน เพื่อประกอบการพิจารณาจัดซื้อ และการนำไปทำผลิตภัณฑ์ทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

ตัวอย่างที่1 แผ่นยาง Hypalon (Chlorosulfonated polyethylene, CSM) จากบริษัท ไทยฮอนด้า แมนูแฟคเจอริง จำกัด

ตัวอย่างที่ 2 Seal Flapper Valve จากบริษัท กะรัต สุขภัณฑ์ จำกัด

ตัวอย่างที่ 3 Joint Sealant ของบริษัท ไทยแมชซัพพลาย (1991) จำกัด

ตัวอย่างที่ 4 ยางไดอะแฟรม ของบริษัทเซฟตี้เซนส์ จำกัด

ตัวอย่างที่ 5 ยาง Ideal Standard ของบริษัท เอ็น แอล โปรดักชั่น จำกัด

โดยผู้ส่งตัวอย่างต้องการทราบว่าทำจากยางชนิดใด โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาชนิดของยางอะไหล่ของรถจักรไฟฟ้า จากการรถไฟแห่งประเทศไทย

สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อหาชนิดของยางจากหน่วยงานเอกชน ตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างยากจากหน่วยงานเอกชน และโรงงานอุตสาหกรรม

รายการวิเคราะห์	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
1.ทดสอบลักษณะการติดไฟ และการลุกไหม้	-ติดไฟได้ แต่จะดับเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสว่างสีเหลืองบนฐานสีน้ำเงิน ควันมีฤทธิ์เป็นกรด แสดงว่ามีพวกฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ	-ติดไฟได้ง่ายและยังคงลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากเปลวไฟเปลวไฟสว่าง มีควันและเขม่ามาก คล้ายยางที่มีสไตรีนอยู่ด้วย	-ติดไฟได้แต่จะดับเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสีเหลืองจ้า มีควันและเขม่า ควันมีฤทธิ์เป็นกรด แสดงว่ามีพวกฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ	-ติดไฟได้และยังคงลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสว่าง มีควันซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง แสดงว่ามีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ	-ติดไฟได้และยังคงลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสว่างมีควันและเขม่ามาก ลักษณะคล้ายยางที่มีสไตรีนอยู่ด้วย
2.ทำ Sodium fusion เพื่อวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบ	-ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่ามีคลอรีนและซัลเฟอร์อยู่ในยางตัวอย่าง	-ไม่พบไนโตรเจนและพวกธาตุฮาโลเจน	-ผลการวิเคราะห์พบว่ามีคลอรีนอยู่ในยางตัวอย่าง	-ผลการวิเคราะห์พบว่ามีไนโตรเจนอยู่ในยางตัวอย่าง	-ไม่พบไนโตรเจนและพวกธาตุฮาโลเจน
3.ทำปฏิกิริยา Spot Test paper	-ไม่เกิดปฏิกิริยา	-มีสีน้ำเงินแกมเขียวเกิดขึ้น แสดงว่าตัวอย่างเป็นSBR	-มีสีแดงเกิดขึ้นแสดงว่าวัตถุตัวอย่างเป็น CR	-มีสีเขียวเกิดขึ้น แสดงว่าวัตถุตัวอย่างเป็น NBR	-มีสีน้ำเงินแกมเขียวเกิดขึ้น แสดงว่าตัวอย่างเป็น SBR
4.ทำปฏิกิริยากับ Burchfield's reagent	-ให้สีเหลืองเกิดขึ้นแสดงว่ายางตัวอย่างเป็น Chlorosulfonated polyethylene (CSM)	-.ให้สีเขียวเกิดขึ้นแสดงว่าเป็นยาง SBR	-.ให้สีเขียวและมีตะกอนขุ่นเกิดขึ้น แสดงว่ายางตัวอย่างเป็นCR	-.ให้สีแดงเกิดขึ้นแสดงว่ายางตัวอย่างเป็น NBR	-ให้สีเขียวเกิดขึ้นแสดงว่ายางตัวอย่างเป็น SBR
5.ทำปฏิกิริยาเฉพาะของยางบางชนิด	-	-วิเคราะห์หาสไตรีน พบว่ามีอยู่ในยางจริง	-	-	-วิเคราะห์หาสไตรีนพบว่ามีอยู่ในยางจริง

ตารางที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างยางจากหน่วยงานเอกชน และโรงงานอุตสาหกรรม(ต่อ)

รายการวิเคราะห์	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
6.การ Run IR Spectrum สรุปผลการวิเคราะห์	สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 25มี ลักษณะคล้ายสเปกตรัม ของ Hypalon รูปที่ 16 วัตถุตัวอย่างทำจากยาง Hypalon จริง	สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 26มี ลักษณะคล้ายสเปกตรัม ของ SBR รูปที่ 4 วัตถุตัวอย่างทำจาก SBR จริง	สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 27มี ลักษณะคล้ายสเปกตรัม ของ CR รูปที่ 8 วัตถุตัวอย่างทำจาก CRจริง	สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 28มี ลักษณะคล้ายสเปกตรัม ของ NBR รูปที่ 6 วัตถุตัวอย่างทำจาก NBR จริง	สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 29มี ลักษณะคล้ายสเปกตรัม ของ SBR รูปที่ 4 วัตถุตัวอย่างทำจาก SBR จริง

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 15 ตัวอย่างที่ 1 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 2 รายการที่ 4 และรายการที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยาง Hypalon ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 5 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 3 และรายการที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยางSBR ตัวอย่างที่ 3 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 3 และรายการที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยาง CR ตัวอย่างที่ 4 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 4 และรายการที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยาง NBR

หลักการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างยางที่เป็นวัตถุดิบจากกรมศุลกากร เพื่อการจัดพิกัดอัตราภาษีศุลกากร

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ทดสอบ

1. วิเคราะห์หาชนิดของยาง ตามหลักการที่ได้กล่าวมาแล้ว

2. ผสมยาง (mixing, compounding) ทำให้ยางสุกและอัดเป็นแผ่น (curing and moulding)

3. นำแผ่นยางมาทดสอบการยืดตัวตามพิกัด 40.02 หมายเหตุข้อ 4 (ก) ของพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530 โดยการทดสอบดังนี้

3.1 เมื่อยืดชิ้นยางตัวอย่างออกเป็น 3 เท่าตัว จะต้องยืดได้โดยไม่ขาด

3.2 เมื่อยืดชิ้นยางตัวอย่างออกเป็น 2 เท่า แล้วปล่อยให้หดตัวกลับ วัดความยาวหลังจากทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที จะต้องมีความยาวไม่เกิน 1.5 เท่าของความยาวก่อนยืด

เมื่อวัตถุตัวอย่างผ่านการทดสอบตามข้อ 3.1 และ 3.2 แล้ว แสดงว่ามีสมบัติเป็นยางสังเคราะห์ตามพิกัด 40.02 ของพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530

กรณีที่วัตถุตัวอย่างมีลักษณะเป็นเม็ด, เป็นชิ้นเล็กๆ หรือเป็นก้อน ซึ่งเมื่อรู้ชนิดของยางแล้วก็นำมาบดผสม ทำให้สุกแล้วขึ้นรูปเป็นแผ่นยางได้เลย แต่ถ้าวัตถุตัวอย่างมีลักษณะเป็นน้ำยางข้น (latex) จะต้องทำให้แห้งเป็นแผ่นหรือเป็นก้อนก่อน แล้วจึงนำมาผสมและขึ้นรูปเป็นแผ่นยางได้

การทำน้ำยาง (latex) ให้เป็นแผ่นหรือเป็นก้อน ทำได้ดังนี้

ก. ระเหยให้แห้งบนอ่างน้ำร้อน หรืออบในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส

ข. ทำให้น้ำยางจับตัวกันเป็นก้อน (coagulation) ด้วยการเติมเมทานอล (methanol)ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำยางบรรจุอยู่ โดยค่อยๆเติมเมทานอลลงไปทีละน้อยและคนตลอดเวลาจนส่วนที่เป็นของเหลวใส แสดงว่าเนื้อยางรวมตัวกันเป็นก้อนได้หมด นำก้อนยางออกมาอบแห้งในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปบดผสมและทำให้สุกด้วยการขึ้นรูปเป็นแผ่นยาง เพื่อนำมาทดสอบการยืดตัวต่อไป

ตารางที่ 16 สูตรในการผสมยางและการทำให้ยางสุก[9]

ชนิดของยาง	ปริมาณกำมะถันที่ใช้, กรัม	เวลาที่ใช้ในการทำให้ยางสุก, นาที	อุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้ยาสุก องศาเซลเซียส
Butyl rubber	1.25	8-10	160
EPDM	1.75	8-10	155
SBR	1.5-2.0	8-10	153
NBR	1.0	8-10	150
CR	-	8-10	153
Polyisoprene	2.5	8-10	135
Polybutadiene	1.75	8-10	130
Hypalon	1.0	8-10	145

หมายเหตุ ปริมาณของวัตถุดิบยางที่ใช้ในการบดผสม 100 กรัม

สรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบ

ตัวอย่างจากกรมศุลกากร

ตัวอย่างที่ 1 ชื่อตัวอย่างที่กรมศุลกากรแจ้ง NAFUFIL และต้องการทราบว่า วัตถุตัวอย่างจัดเป็นยางสังเคราะห์จำพวก Polybutadiene หรือ Polybutadiene-styrene หรือ ถ้าไม่ใช่จัดเป็นผลิตภัณฑ์อะไร

ตัวอย่างที่ 2 ชื่อตัวอย่างที่กรมศุลกากรแจ้งคือ Latex XZ 94307.04 ซึ่งกรมศุลกากรต้องการทราบว่า วัตถุตัวอย่างมีคุณสมบัติเป็นยางสังเคราะห์ตามหมายเหตุข้อ 4(ก) ของตอนที่ 40 แห่พระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530 หรือไม่

ตัวอย่างที่ 3,4 ชื่อตัวอย่าง Neocell Sponge Red และ Neocell Sponge White โดยกรมศุลกากรต้องการทราบว่า วัตถุตัวอย่างคืออะไรและมีคุณสมบัติเป็นยางสังเคราะห์ตามหมายเหตุข้อ 4(ก) ของตอนที่ 40 แห่งพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530 หรือไม่

ตัวอย่างที่ 5 ตัวอย่าง Nitrile butadiene rubber JSR ซึ่งกรมศุลกากรต้องการทราบว่าวัตถุตัวอย่างมีคุณสมบัติเป็นยางสังเคราะห์ตามหมายเหตุข้อ 4(ก) ของตอนที่ 40 แห่งพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530 หรือไม่

ขั้นตอนในการวิเคราะห์

เนื่องจากตัวอย่างที่ 2 มีลักษณะเป็นน้ำยาง ดังนั้นจึงต้องทำให้เป็นแผ่นหรือเป็นก้อนก่อน โดยใช้วิธีระเหยจนแห้ง จะได้แผ่นตัวอย่างที่ใสและมีลักษณะเหนียว จากนั้นนำตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่างมาวิเคราะห์หาชนิดของยาง ตามวิธีการวิเคราะห์ที่กล่าวแล้ว ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างยางจากกรมศุลกากร

รายการวิเคราะห์	ตัวอย่างที่ 1 NAFUFIL	ตัวอย่างที่ 2 Latex XZ 9430703	ตัวอย่างที่ 3 Neocell Sponge Red	ตัวอย่างที่ 4 Neoprene Sponge White	ตัวอย่างที่ 5 Nitrile butadiene rubber JSR
1.ทดสอบลักษณะการติดไฟ และการลุกไหม้	-ติดไฟได้และยังคงลุกไหม้เมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสีเหลืองมีควันและเขม่ามากลักษณะคล้ายยางที่มีสไตรีนประกอบอยู่ด้วย	-มีลักษณะการติดไฟและการลุกไหม้เหมือนตัวอย่างที่ 1	-ติดไฟได้ แต่จะดับเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสีเหลืองสว่าง มีควันและเขม่า ควันมีฤทธิ์เป็นกรด แสดงว่ามีธาตุฮาโลเจนอยู่ในยางตัวอย่าง	-ติดไฟได้และยังคงลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ มีควันและมีกลิ่นเหม็นเหมือนยางไหม้ทั่วไป ควันมีฤทธิ์เป็นกลาง	-ติดไฟได้และยังคงลุกไหม้ต่อเมื่อเอาออกจากเปลวไฟ เปลวไฟสีเหลือง ควันมีฤทธิ์เป็นด่าง แสดงว่ามีไนโตรเจนอยู่ในยางตัวอย่าง
2.ทำ Sodium fusion เพื่อวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบ	-ไม่พบไนโตรเจนและธาตุฮาโลเจนในยางตัวอย่าง	-ไม่พบไนโตรเจนและธาตุฮาโลเจนในยางตัวอย่าง	--พบว่ามีคลอรีนเป็นองค์ประกอบในยางตัวอย่าง	-ไม่พบไนโตรเจนและธาตุฮาโลเจนในยางตัวอย่าง	-พบว่ามีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในยางตัวอย่าง
3.ทำปฏิกิริยา Spot Test paper	-ให้สีน้ำเงิน-เขียวเกิดขึ้นกับ Spot test ของ SBR	-ให้สีน้ำเงิน-เขียวเกิดขึ้นกับ Spot test ของ SBR	-ให้สีแดงเกิดขึ้นกับ Spot test ของ CR	-ให้สีน้ำเงินเกิดขึ้นกับ Spot test ของ NR	-ให้สีเขียวเกิดขึ้นกับ Spot test ของ NBR
4.ทำปฏิกิริยากับ Burchfield's reagent	-ให้สีเขียวเกิดขึ้นแสดงว่ายางตัวอย่างเป็น SBR	-ให้สีเขียวเกิดขึ้นแสดงว่ายางตัวอย่างเป็น SBR	-ให้สีเขียวขี้ม้าและมีตะกอนขุ่นแสดงว่าเป็น CR	-.ให้สีม่วงแดงเกิดขึ้นแสดงว่าเป็น Isoprene rubber	-ให้สีแดงเกิดขึ้นแสดงว่ายางตัวอย่างเป็น NBR

ตารางที่ 17 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างยางจากกรมศุลกากร(ต่อ)

รายการวิเคราะห์	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
5.ทำปฏิกิริยาเฉพาะของยางบางชนิด	-วิเคราะห์หาสไตรีน พบว่ามีสไตรีนเป็นองค์ประกอบอยู่ในยางตัวอย่างจริง	-วิเคราะห์หาสไตรีน พบว่ามีสไตรีนเป็นองค์ประกอบอยู่ในยางตัวอย่างจริง	-	-ทำปฏิกิริยา Weber' s test ปรากฏว่ามีสีม่วงเกิดขึ้น แสดงว่าวัตถุตัวอย่างเป็น Polyisoprene จริง	-
6.การ Run IR Spectrum	-สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 30 มีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ SBR รูปที่ 4	-สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 31 มีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ SBR รูปที่ 4	-สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 32 มีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ CR รูปที่ 8	-สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 33 มีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ Polyisoprene รูปที่ 2	-สเปกตรัมที่ได้ดังรูปที่ 34 มีลักษณะคล้ายสเปกตรัมของ NBR รูปที่ 6
สรุปผลการวิเคราะห์	วัตถุตัวอย่างเป็นยาง SBR	วัตถุตัวอย่างเป็นยาง SBR	วัตถุตัวอย่างเป็นยาง CR	วัตถุตัวอย่างเป็น Polyisoprene	วัตถุตัวอย่างเป็นยาง NBR

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 17 ตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 4 และรายการที่ 6 เป็นผลการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยาง SBR ตัวอย่างที่ 3 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 3 และรายการที่ 6 เป็นผลการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจาก ยาง CR ตัวอย่างที่ 4 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 4 รายการที่ 5 และรายการที่ 6 เป็นผลการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยาง Polyisoprene ตัวอย่างที่ 5 ผลการวิเคราะห์รายการที่ 1 รายการที่ 4 และรายการที่ 6 เป็นผลการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทำจากยาง NBR

เมื่อทราบชนิดของยางแต่ละตัวอย่างแล้ว และทำให้ยางอยู่ในลักษณะแผ่นหรือชิ้นเล็กๆ เพื่อสดวกในการนำไปบดผสมด้วยเครื่องบดผสมยางแบบลูกกลิ้ง 2 ลูก โดยใช้อัตราส่วนในการผสมและการอัดแผ่นยางตามตารางที่ 16 จากนั้นนำแผ่นยางที่ได้มาตัดเป็นรูปดัมเบลล์ เพื่อนำมาทดสอบการยืดตัว ตามหมายเหตุข้อ 4(ก) ของตอนที่ 40 แห่งพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ.2530

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบการยืดตัวของยางตัวอย่าง

รายการทดสอบ	ตัวอย่างที่ 1 NAFUFIL	ตัวอย่างที่ 2 Latex XZ 9430703	ตัวอย่างที่ 3 Neocell Sponge Red	ตัวอย่างที่ 4 Neocell Sponge White	ตัวอย่างที่ 5 Nitrile butadi-enerubberJSR
1.เมื่อยืดเป็น3 เท่าของความยาวเดิม	-สามารถยืดได้โดยไม่ขาด	-สามารถยืดได้โดยไม่ขาด	-สามารถยืดได้โดยไม่ขาด	-สามารถยืดได้โดยไม่ขาด	-สามารถยืดได้โดยไม่ขาด
2.เมื่อยืดเป็น2 เท่าแล้วปล่อย วัดความยาวหลัง 5 นาที ต้องไม่เกิน 1.5เท่าของความยาวเดิม	-ความยาวหลังยืดไม่เกิน 1.5 เท่าของความยาวเดิม	-ความยาวหลังยืดไม่เกิน 1.5 เท่าของความยาวเดิม	-ความยาวหลังยืดไม่เกิน 1.5 เท่าของความยาวเดิม	-ความยาวหลังยืดไม่เกิน 1.5 เท่าของความยาวเดิม	-ความยาวหลังยืดไม่เกิน 1.5 เท่าของความยาวเดิม

สรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบจากตารางที่ 17 และตารางที่ 18

ตัวอย่างที่ 1 ซึ่งทางกรมศุลกากรแจ้งว่าชื่อ NAFUFIL ปรากฏว่าวัตถุตัวอย่างเป็น Styrene butadiene rubber

ตัวอย่างที่ 2 Latex XZ9430703 เป็น Styrene butadiene rubber เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 3 Neocell Sponge Red เป็น Chloroprene rubber

ตัวอย่างที่ 4 Neoprene Sponge White เป็น Isoprene rubber

ตัวอย่างที่ 5 Nitrile butadiene rubber JSR เป็น Acrylonitrile butadiene rubber

วัตถุตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่างมีคุณสมบัติเป็นยางสังเคราะห์ตามหมายเหตุข้อ 4(ก) ของตอนที่ 40 แห่งพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530

บทที่ 4
ปัญหาและอุปสรรค/ประโยชน์ที่ได้รับ

4.1 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่พบ เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมยางได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมาก โดยมีการเติมสารเคมีต่างๆเพื่อปรับปรุงคุณภาพ ตลอดจนนำเอายางหลายๆชนิดมาผสมกัน เพื่อให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามความต้องการในการนำมาใช้งาน จึงทำให้การวิคราะห์หาชนิดของยางยากขึ้น จะต้องหาตัวทำละลายเพื่อใช้ในการแยกสารเคมีหรือแยกยางแต่ละชนิดออกจากกัน ซึ่งใช้เวลานานและในบางครั้งอาจต้องใช้สารละลายผสมเป็นตัวทำละลายในการสกัดสารต่างๆ ตลอดจนต้องศึกษาหาเทคนิคและวิธีการในการวิ-เคราะห์ รวมทั้งผู้วิเคราะห์จะต้องมีความชำนาญงานเพื่อที่จะประเมินผลการวิเคราะห์ออก ว่าตัวอย่างทำจากยางชนิดใด โดยเฉพาะตัวอย่างยาง "O" Ring จากการรถไฟแห่งประเทศไทยซึ่งจะส่งให้วิเคราะห์เพียง 1 ชิ้น และมีขนาดเล็กมากเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5-2 มิลลิเมตรเท่านั้น เพราะเป็นตัวอย่างที่นำเข้ามากับหัวรถจักรฯและต้องการให้โรงงานอุตสาหกรรมยางในประเทศผลิตขึ้นมาจำหน่าย เพื่อทดแทนการสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งราคาแพงและใช้เวลานาน นอกจากนั้นตัวอย่างจากหน่วยงานของเอกชนในบางครั้งจะแจ้งชื่อยางไม่ตรงกับความจริง ทำให้เสียเวลาในการวิเคราะห์มาก

ตัวอย่างจากกรมศุลกากรที่ส่งให้วิเคราะห์มักจะไม่มีข้อมูลทางวิชาการให้ ในบางครั้งผู้นำเข้าแจ้งข้อมูลไม่ตรงเพื่อหลีกเลี่ยงการเสียภาษีที่สูงและปัจจุบันวัตถุดิบยางสังเคราะห์ได้มีการพัฒนาอย่างมาก เพื่อให้มีคุณสมบัติเป็นเลิศเฉพาะด้านตลอดจนมีความสดวกในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จึงมีการปรุงแต่งวัตถุดิบในรูปพรีวัลคาไนซ์ ซึ่งจะต้องเสียภาษีในอีกอัตราหนึ่ง ผู้วิเคราะห์จะต้องใช้ความสามารถและศึกษาหาข้อมูลเพิ่มความแตกต่างของยางสังเคราะห์ชนิดเดียวกันยังมีอีกมาก เช่นเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลให้สูงขึ้นหรือเพิ่มกลุ่มฟังชัน (functional group) ที่แตกตัวให้ประจุได้ง่ายเพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์เมื่อได้รับความร้อน หรือเติมสารประกอบพวกที่ให้กำมะถัน (sulfur donor) ในวัตถุดิบไว้ก่อนเพื่อนำมาใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้ในการบดผสมยางยังมีปัญหาอีกมากคือ

1.เครื่องบดผสมยางที่มีอยู่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิขณะผสมได้ ถ้าบดผสมนานอุณหภูมิจะขึ้นสูงทำให้เมื่อนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่น จะเกินจุดที่ทำให้ยางสุก(over cure) ทำให้เมื่อนำมาทดสอบการยืดตัว จะไม่ยืดได้ตามความหมายในพิกัดอัตราศุลกากร ซึ่งจะต้องทำการบดผสมใหม่

2.ในบางครั้งวัตถุตัวอย่างมีลักษณะเป็นเม็ดแข็ง จะบดยากและจะกระเด็นออกขณะบด ซึ่งจะต้องแก้ปัญหานี้ด้วยการนำเม็ดตัวอย่างไปอบให้ร้อนก่อน เพื่อให้ตัวอย่างนิ่มและจะบดผสมได้ง่าย

3.ตัวอย่างยางชนิด Styrene butadiene rubber จะพบปัญหามาก ทั้งนี้เพราะผู้ผลิตแต่ละรายจะผลิตยางที่มีสัดส่วนของ Styrene: Butadiene ไม่เท่ากัน ดังนั้นจะต้องมีการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนในการผสม อุณหภูมิและเวลาในการทำให้ยางสุกอยู่เสมอ หรือบางครั้งในตัวอย่างที่ระบุว่าเป็นยางชนิดมีstyrene สูง ต้องใส่ซิงออกไซด์(ZnO) หรือแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ประมาณ 2 -3 กรัมต่อยาง 100 กรัม เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาให้เกิดการ cross link ได้ง่ายขึ้น

4.ตัวอย่างยางบางชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะมีกลิ่นเหม็น และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้วิเคราะห์อย่างยิ่ง ซึ่งช่วยบรรเทาได้ด้วยการสวมหน้ากากป้องกันกลิ่นและไอของสารเคมีได้บ้าง

4.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.เอกสารวิชาการฉบับนี้ ใช้เป็นคู่มือในการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างยางในกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

2.ช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมยางภายในประเทศ สามารถผลิตสินค้าเพื่อทดแทนการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ และลดการขาดดุลย์ทางการค้าของประเทศลง

3.ช่วยให้หน่วยราชการและเอกชนที่จำเป็นต้องซื้อผลิตภัณฑ์ยาง ได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการ

4.ช่วยให้กรมศุลกากรสามารถจัดเก็บภาษีอากรได้อย่างถูกต้อง

5.เพื่อลดข้อโต้แย้งต่างๆของผู้ใช้และผู้ผลิต ในกรณีที่ได้สินค้าที่ผลิตจากยางที่ไม่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ และเป็นการลดอัตราการสูญเสียเงินในการเปลี่ยนชิ้นส่วนยางจนกระทั่งการเสียหายของเครื่องจักรกล ในกรณีที่ใช้ผลิตภัณฑ์ยางที่ไม่มีคุณภาพ

6.ใช้เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่กรมศุลกากร เป็นเวลา 2 ปี ปีละ 1 ครั้ง ตลอดจนในการฝึกอบรมนักศึกษาที่มาฝึกงาน ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้จะเสร็จสมบูรณ์ไม่ได้ถ้าขาดการสนับสนุนด้านวิชาการและกำลังใจ จากหัวหน้ากลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ที่ได้สละเวลาให้ข้อคิดเห็นตลอดจนสละเวลาในการตรวจทานผลงานฉบับนี้ และขอขอบคุณ นายสุรินทร์ วัชราเรืองวิทย์ ที่ได้เป็นกำลังใจและช่วยจัดพิมพ์ผลงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1.W.J. ROFF and J.R. SCOTTI "Film , Plastics and Rubbers" A Handbook of Common Polymers. 1st Ed. London : Butterworth & Co.(Publishers) Ltd.,1971

2.K.J. SAUNDERS, "The Identification of Plastics and Rubbers". First published 1966, Great Britain by Chapman and Hall Ltd., London . page 7-24, 26, 32

3.Krause/Lange/Ezrin "Plastics Analysis Guide" Chemical and Instrumental Methods. Part 1 was translated by Katheleen Rugby. Hanser Publishers, Munich Vienna New York. page 43-45,72

4.ASTM D 297-1996 Standard Test Methods for Rubber products-Chemical Analysis . p 32

5.ASTM D 3677-1992 Standard Test Methods for Rubber -Identification by Infrared Spectrophotometer.

6.J.L. Mc NAUGHTON and C.T. Mortimer, "Differentail Scanning Calorimetr" Reprinted from "IRS ; Physical Chemistry Series 2,1975, Volume 10" with the permission of the publisher Butterworths, London p.1-5

7.ASTM D 3418-1995 Standard Test Method for Transition Temperatures of Polymers by Thermal Analysis

8.Encyclopedia of Polymer Science and Technology , Volume 5,1972 p.446,454,456

ภาคผนวก

แสดงรูปของสเปกตรัมของยางมาตรฐานชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการเปรียบเทียบและสเปกตรัมของยางตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ ตัวอย่างยาง "O"ring จากการรถไฟแห่งประเทศไทย ตัวอย่างยางจากหน่วยงานเอกชนและตัวอย่างยางจากกรมศุลกากร

หน้า

รูปที่ 1 สเปกตรัมของ Isoprene raw rubber (NR หรือ IR) 37

รูปที่ 2 สเปกตรัมของ Isoprene vulcanized rubber (NR หรือ IR) 37

รูปที่ 3 สเปกตรัมของ Styrene butadiene raw rubber (SBR) 37

รูปที่ 4 สเปกตรัมของ Styrene butadiene vulcanized rubber (SBR) 38

รูปที่ 5 สเปกตรัมของ Acrylonitrile butadiene raw rubber (NBR) 38

รูปที่ 6 สเปกตรัมของ Acrylonitrile butadiene vulcanized rubber (NBR) 38

รูปที่ 7 สเปกตรัมของ Chloroprene raw rubber (CR) 39

รูปที่ 8 สเปกตรัมของ Chloroprene vulcanized rubber (CR) 39

รูปที่ 9 สเปกตรัมของ Butyl raw rubber (IIR) 39

รูปที่ 10 สเปกตรัมของ Butyl vulcanized rubber (IIR) 40

รูปที่ 11 สเปกตรัมของ Polybutadiene raw rubber (BR) 40

รูปที่ 12 สเปกตรัมของ Polybutadiene vulcanized rubber (BR) 40

รูปที่ 13 สเปกตรัมของ Ethylene-propylene raw rubber (EPM) 41

รูปที่ 14 สเปกตรัมของ Ethylene-propylene vulcanized rubber (EPM) 41

รูปที่ 15 สเปกตรัมของ Chlorosulphonated polyethylene raw rubber (CSM) 41

รูปที่ 16 สเปกตรัมของ Chlorosulphonated polyethylene vulcanized rubber (CSM) 42

รูปที่ 17 สเปกตรัมของ Fluoroelastomer (VITON) 42

รูปที่ 18 สเปกตรัมของ Dimethyl silicone resin 43

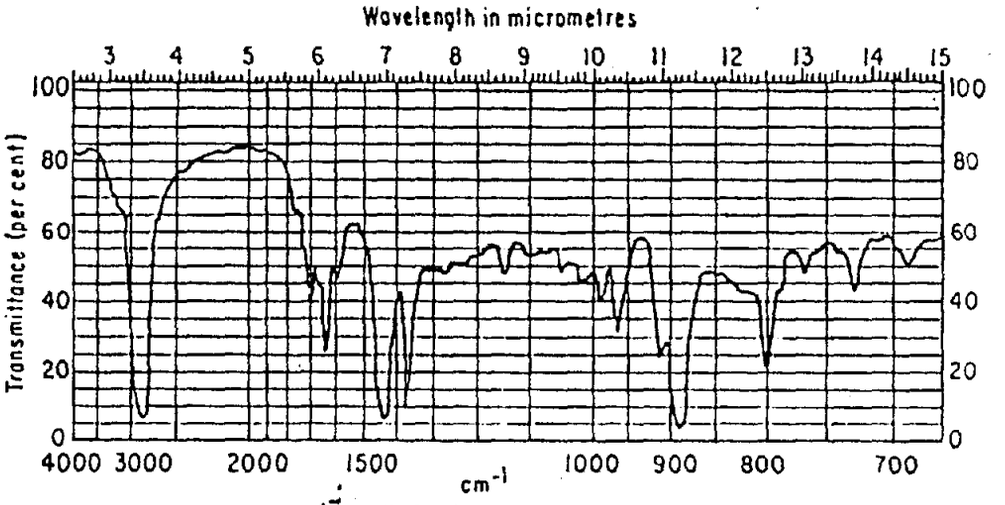
รูปที่ 19 สเปกตรัมของ Methyl-phenyl silicone resin 43

รูปที่ 20 สเปกตรัมของยาง "O" ring จากการรถไฟแห่งประเทศไทย 44

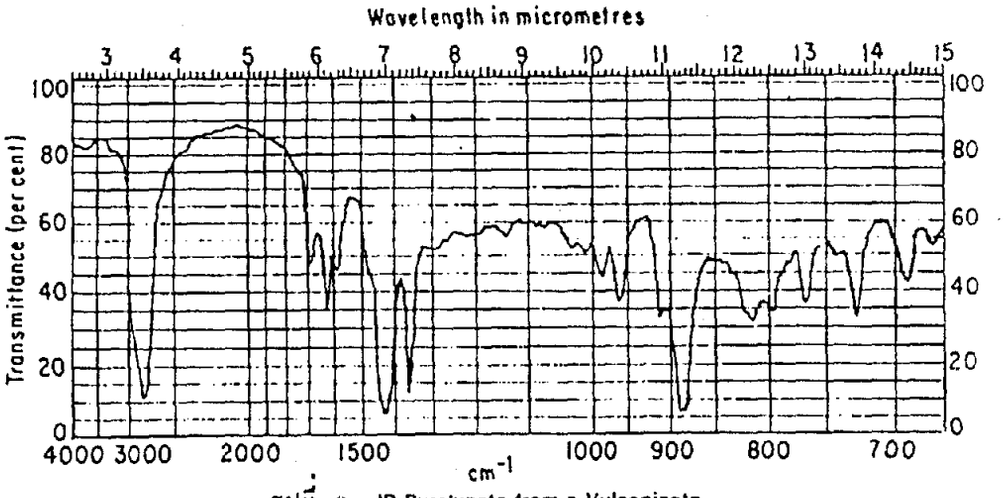
รูปที่ 21 สเปกตรัมของยาง "O" ring จากการรถไฟฯ 45

รูปที่ 22 สเปกตรัมของยางอะไหล่รถจักรดีเซลไฟฟ้า ยี.อี. จากการรถไฟฯ 46

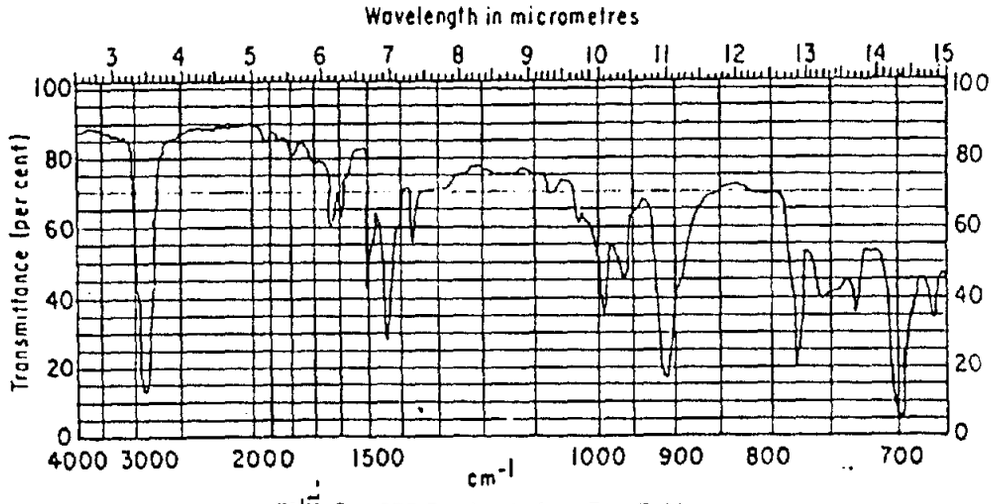
รูปที่ 23 สเปกตรัมของยางอะไหล่รถจักรดีเซลไฮดรอลิก จากการรถไฟฯ 47
รูปที่ 24 สเปกตรัมของยางอะไหล่รถจักรดีเซลไฟฟ้า อัลสตอม จากการรถไฟฯ 48
รูปที่ 25 สเปกตรัมของแผ่นยาง Hypalon (CSM) จากบริษัท ไทยฮอนด้า ฯ จำกัด 49
รูปที่ 26 สเปกตรัมของ Seal Flapper Valve จากบริษัท กะรัต สุขภัณฑ์ จำกัด 50
รูปที่ 27 สเปกตรัมของ Joint Sealant จากบริษัท ไทยแมชซัพพลาย จำกัด 51
รูปที่ 28 สเปกตรัมของยางไดอะแฟรม จากบริษัท เซฟตี้เซ้นส์ จำกัด 52
รูปที่ 29 สเปกตรัมของยาง Ideal Standard จากบริษัท เอ็น แอล โปรดักชั่น จำกัด 53
รูปที่ 30 สเปกตรัมของ NAFUFIL จากกรมศุลกากร 54
รูปที่ 31 สเปกตรัมของ Latex XZ 94307.04 จากกรมศุลกากร 55
รูปที่ 32 สเปกตรัมของ Neocell Sponge Red จากกรมศุลกากร 56
รูปที่ 33 สเปกตรัมของ Neocell Sponge White จากกรมศุลกากร 57
รูปที่ 34 สเปกตรัมของ Nitrile butadiene rubber JSR จากกรมศุลกากร 58



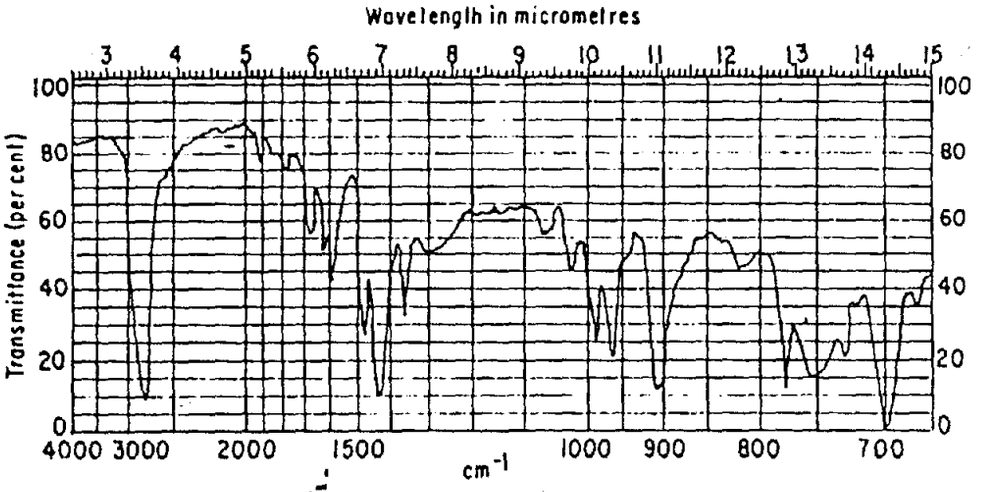
รูปที่ 1 IR Pyrolyzate from Raw Rubber



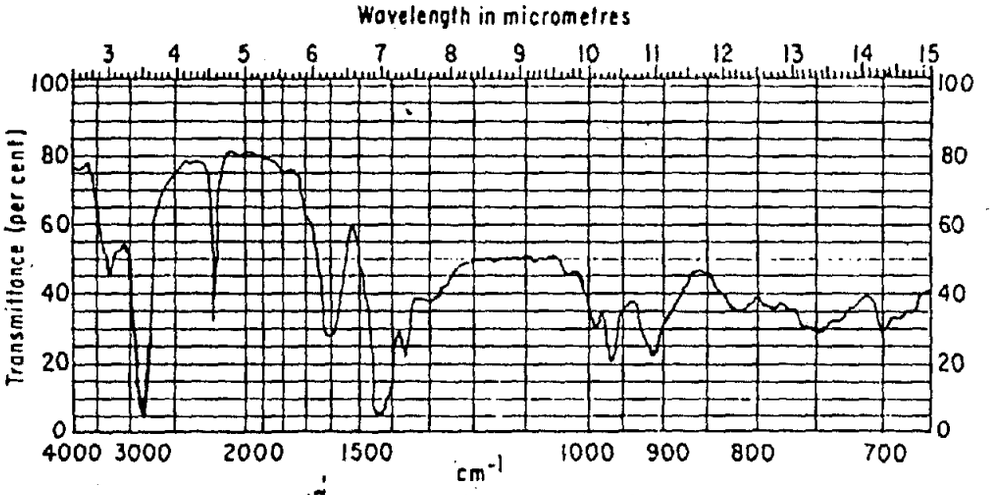
รูปที่ 2 IR Pyrolyzate from a Vulcanizate



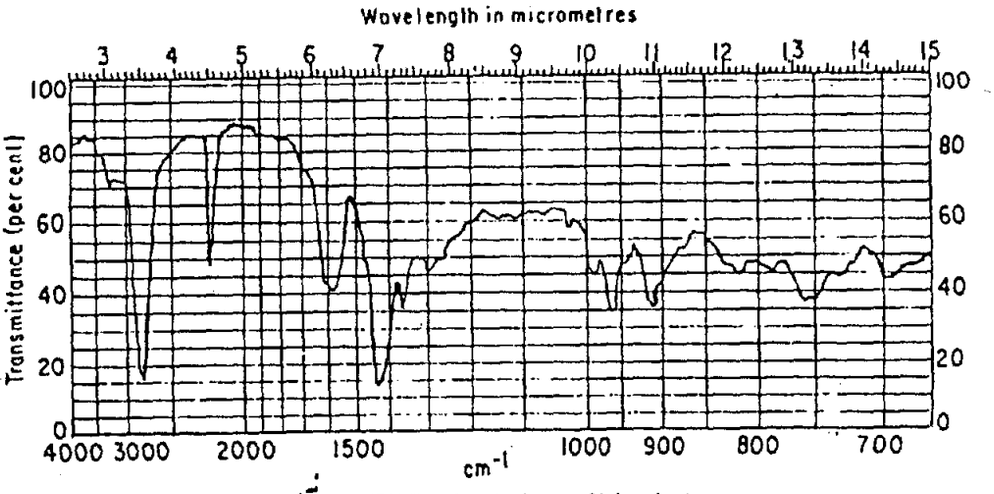
รูปที่ 3 SBR Pyrolyzate from Raw Rubber



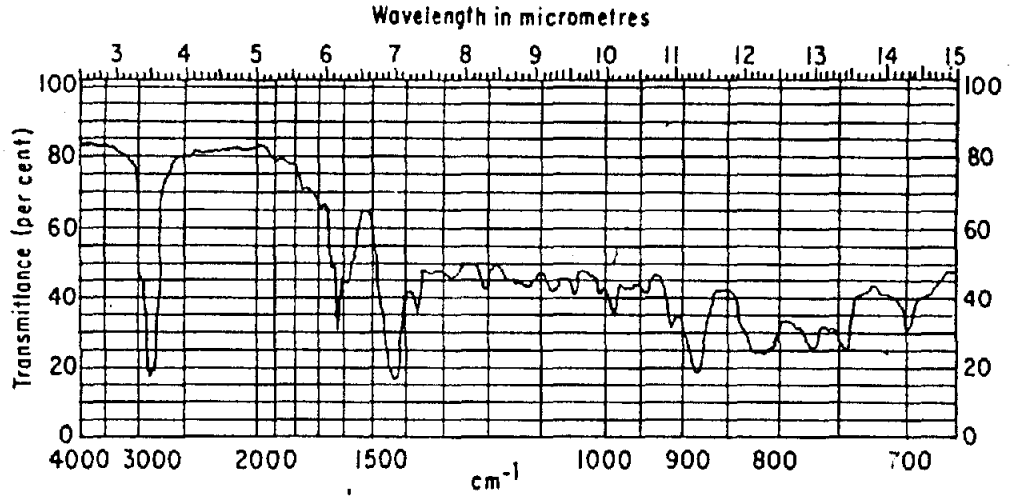
รูปที่ 4 SBR Pyrolyzate from a Vulcanizate



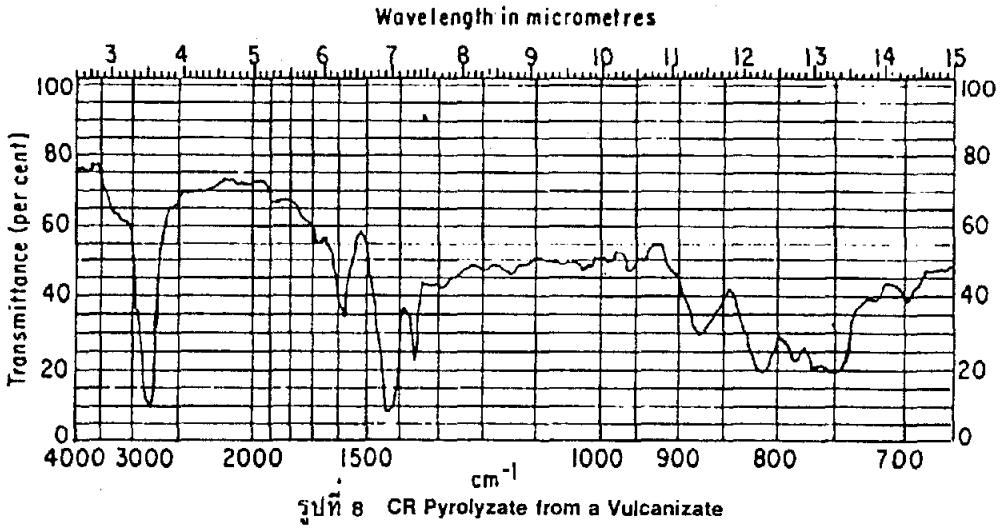
รูปที่ 5 NBR Pyrolyzate from Raw Rubber



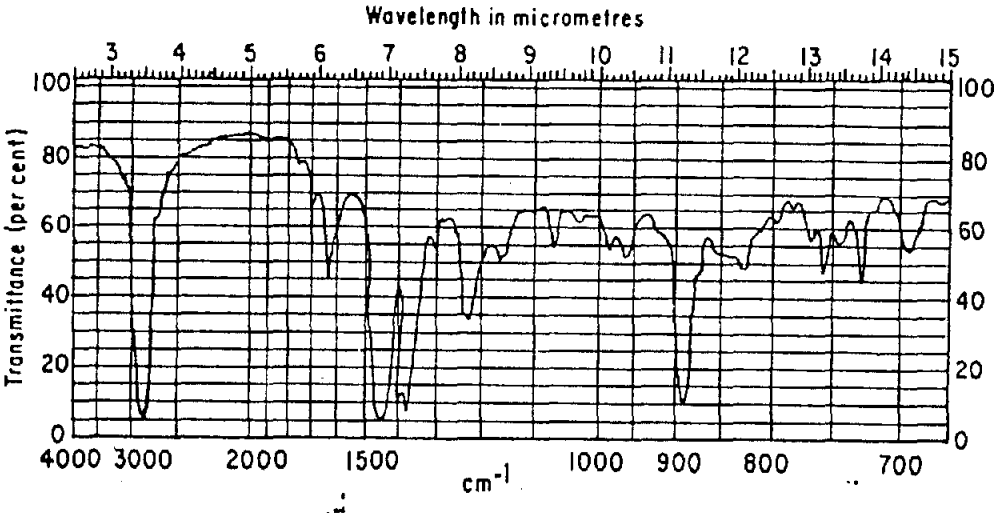
รูปที่ 6 NBR Pyrolyzate from a Vulcanizate



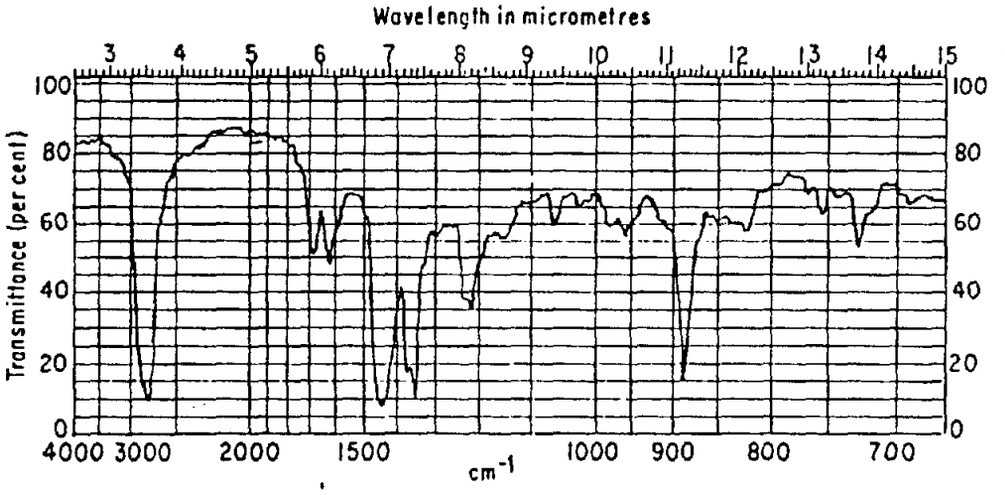
รูปที่ 7 CR Pyrolyzate from Raw Rubber



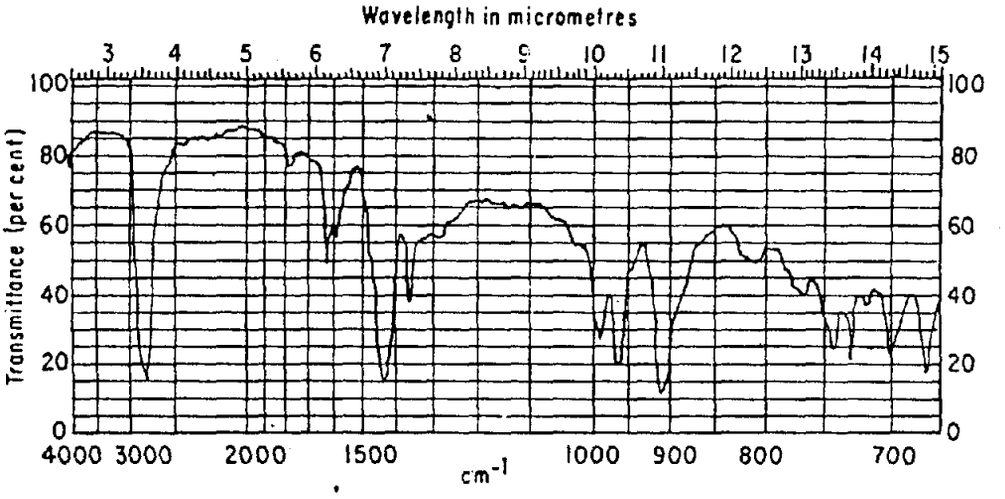
รูปที่ 8 CR Pyrolyzate from a Vulcanizate



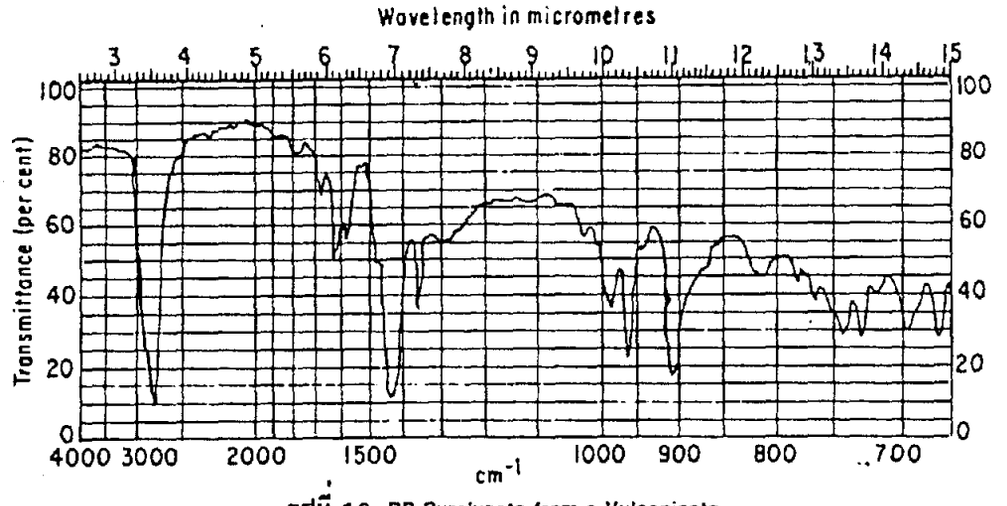
รูปที่ 9 IIR Pyrolyzate from Raw Rubber



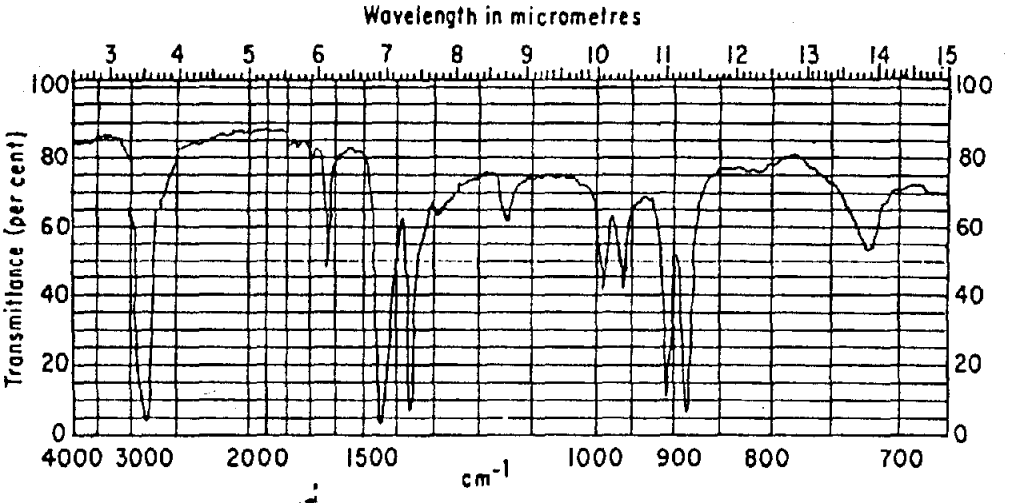
รูปที่ 10 IIR Pyrolyzate from a Vulcanizate



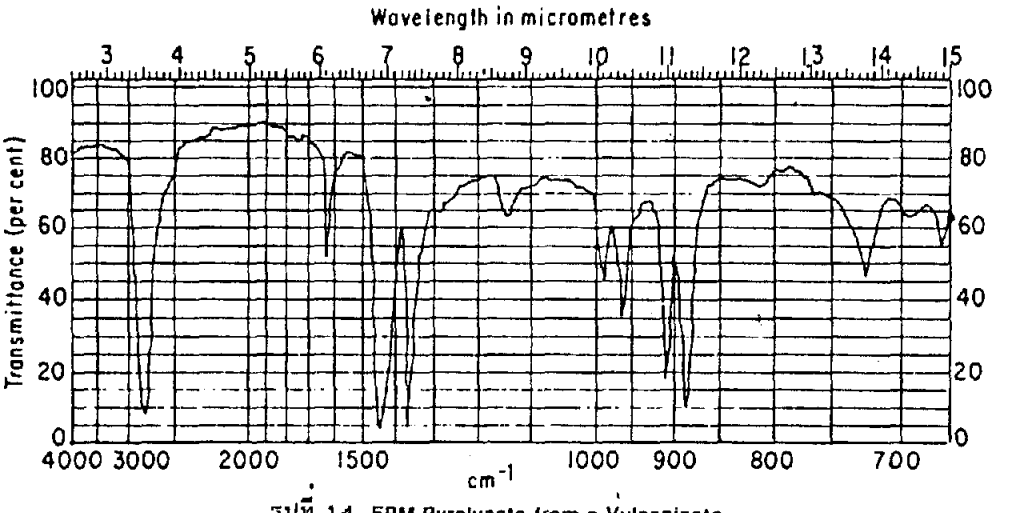
รูปที่ 11 BR Pyrolyzate from Raw Rubber



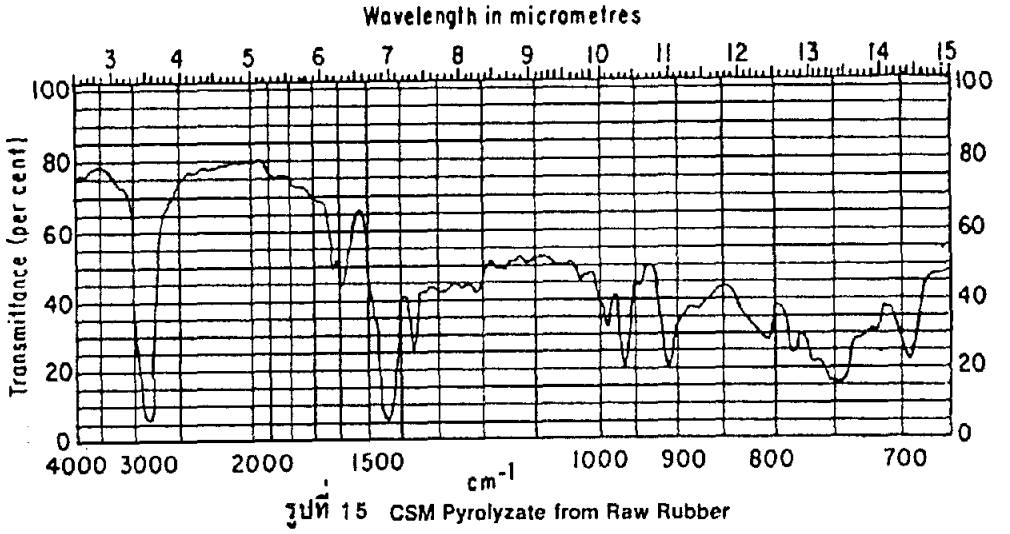
รูปที่ 12 BR Pyrolyzate from a Vulcanizate



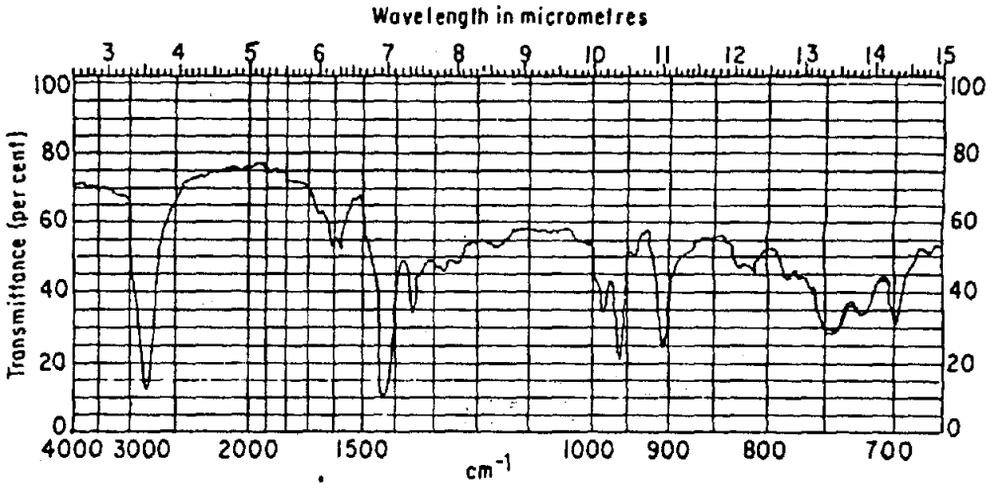
รูปที่ 13 EPM Pyrolyzate from Raw Rubber



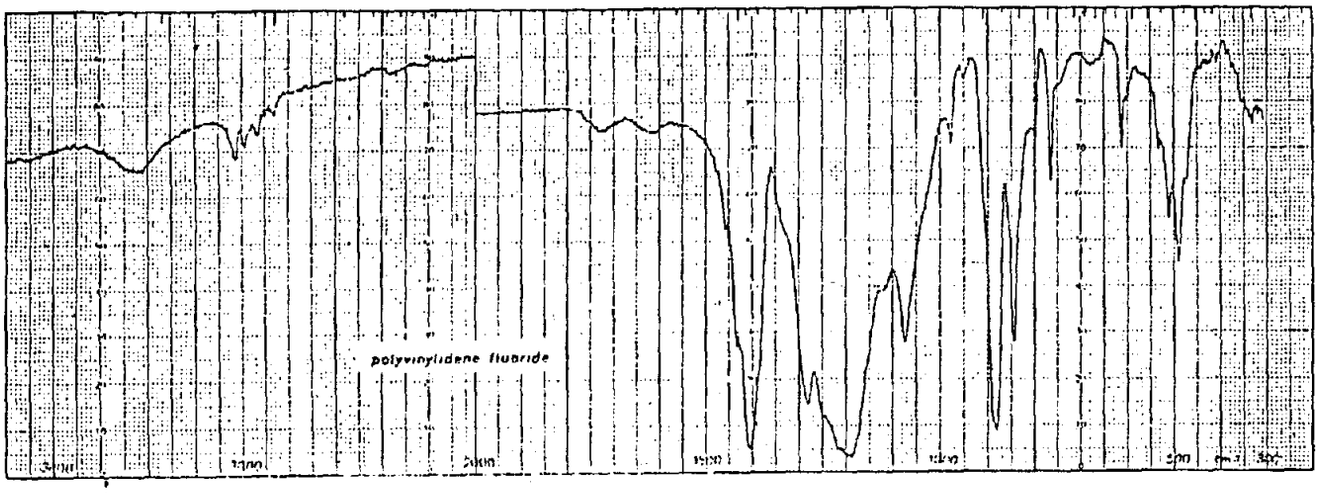
รูปที่ 14 EPM Pyrolyzate from a Vulcanizate



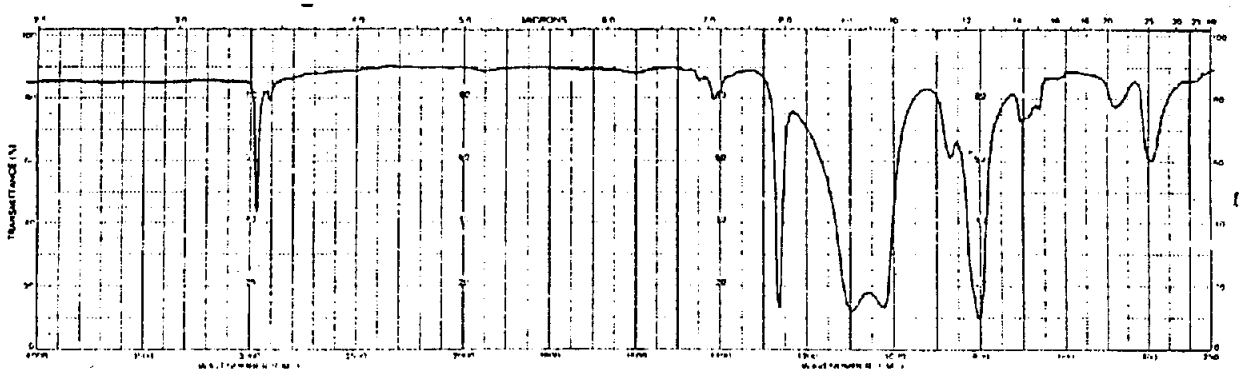
รูปที่ 15 CSM Pyrolyzate from Raw Rubber



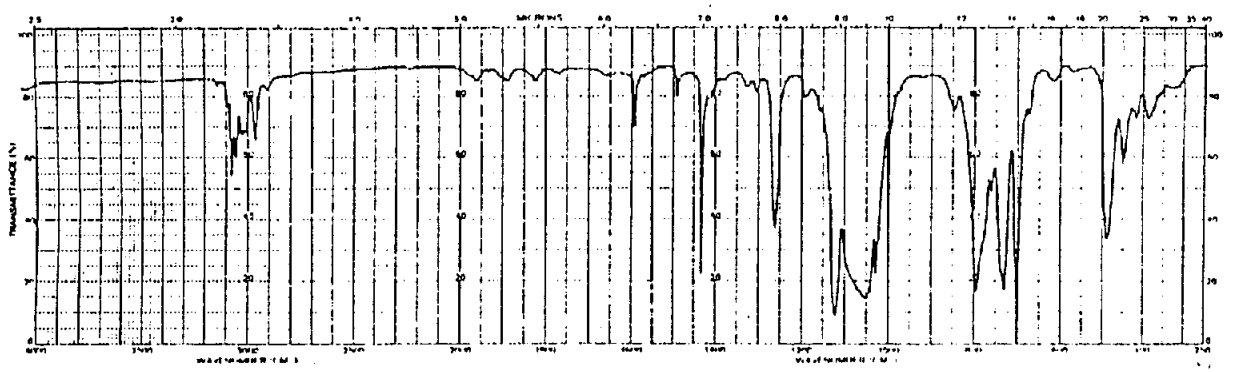
รูปที่ 16 CSM Pyrolyzate from a Vulcanizate



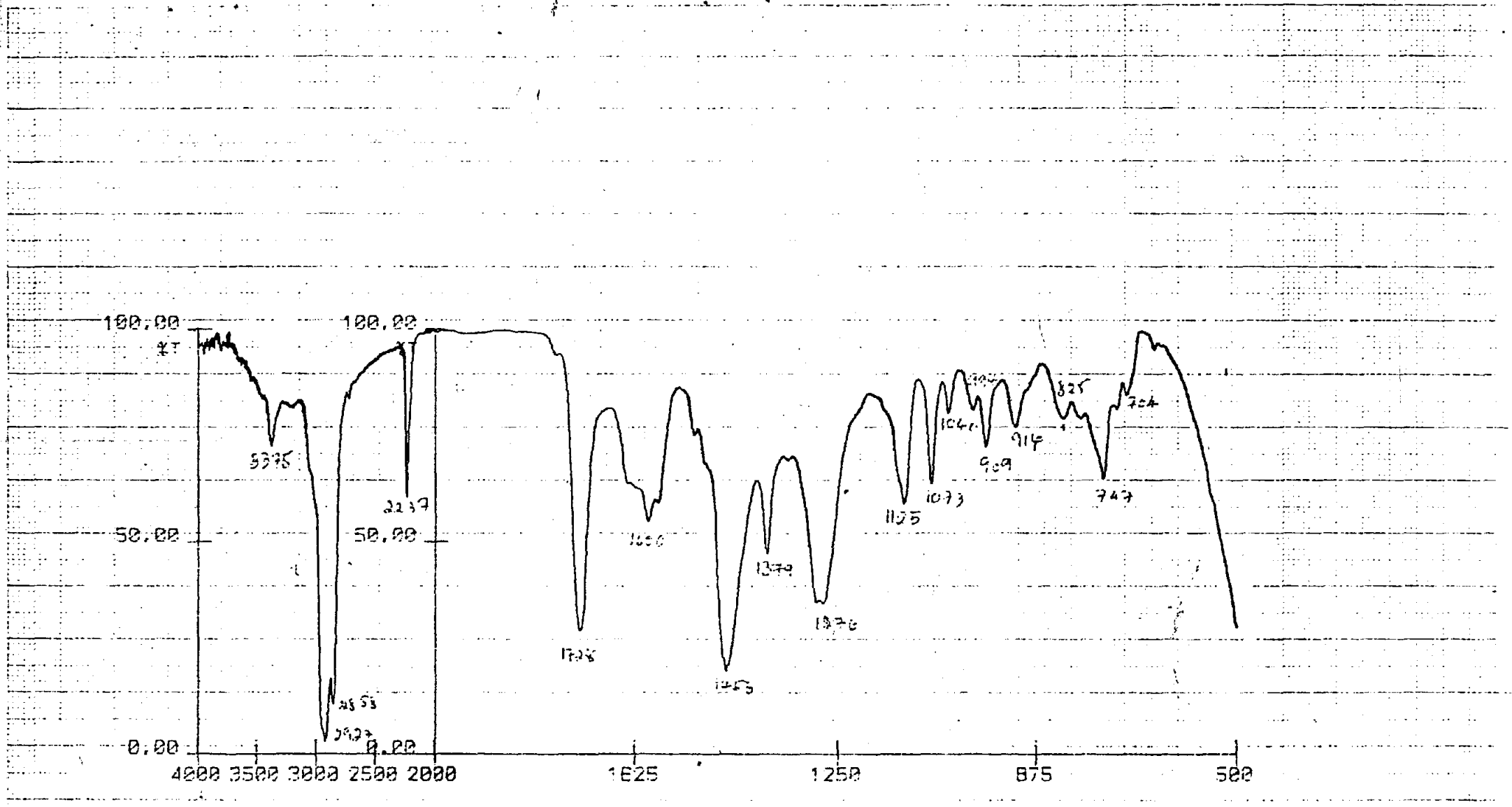
รูปที่ 17 Pennsalt Kynar 401 polyvinylideneffuoride



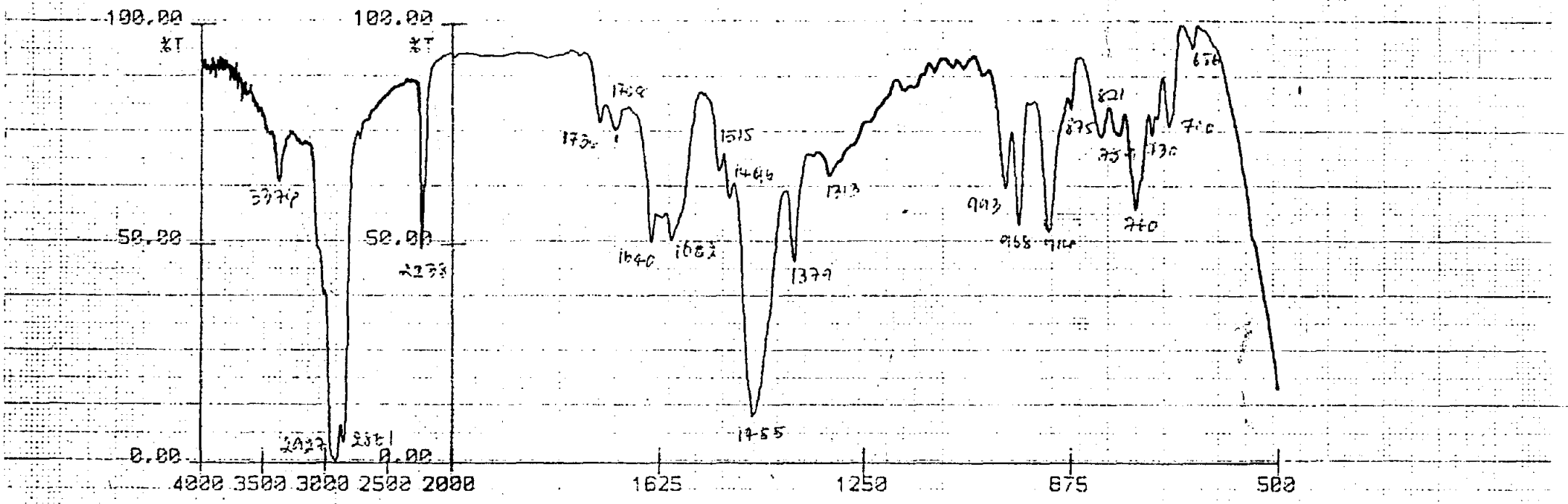
รูปที่ 18 Dow Corning dimethyl silicone resin



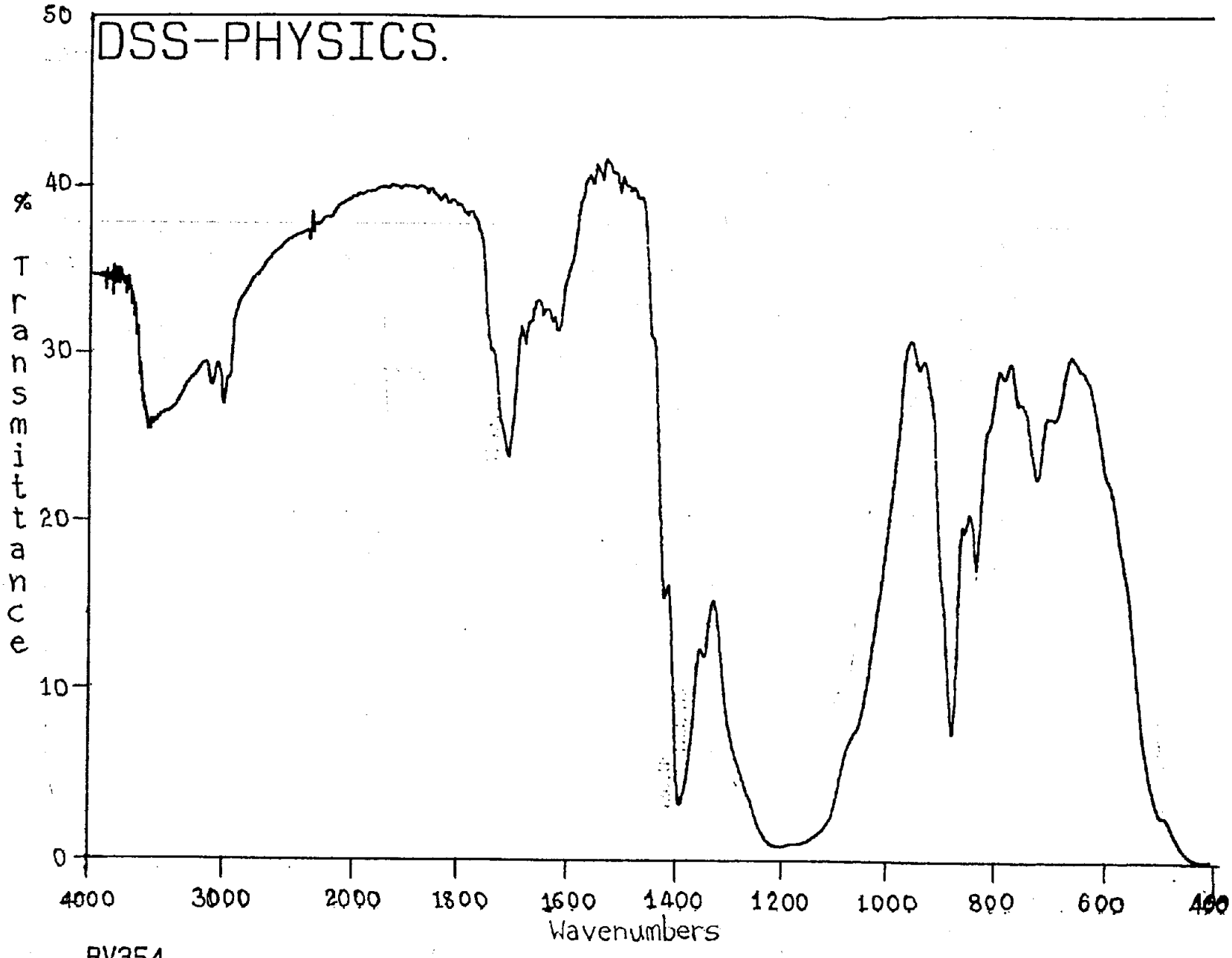
รูปที่ 19 Methyl-phenyl silicone resin



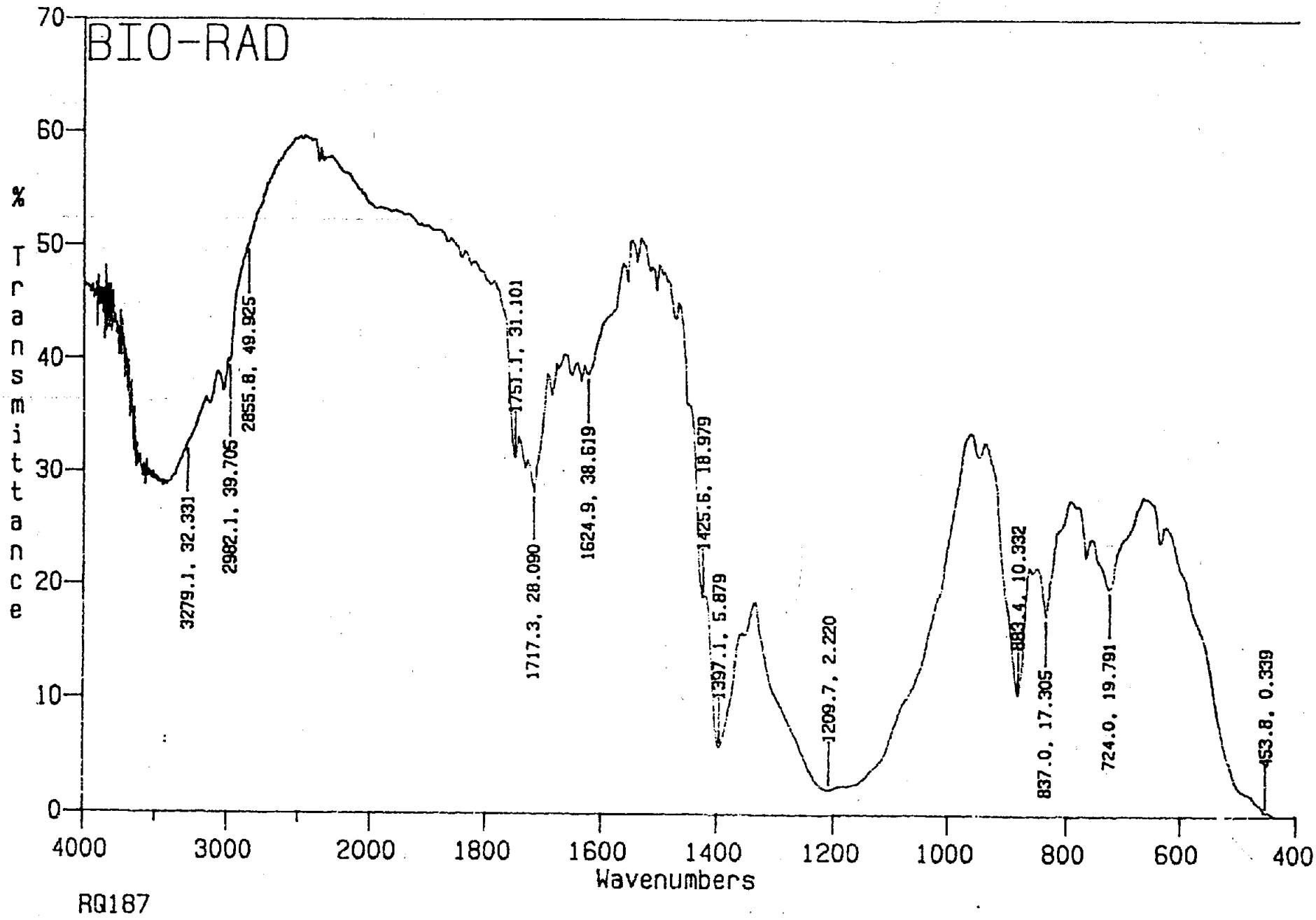
รูปที่ 20 Pylorozate จากยาง "O" ring ของการรถไฟแห่งประเทศไทย



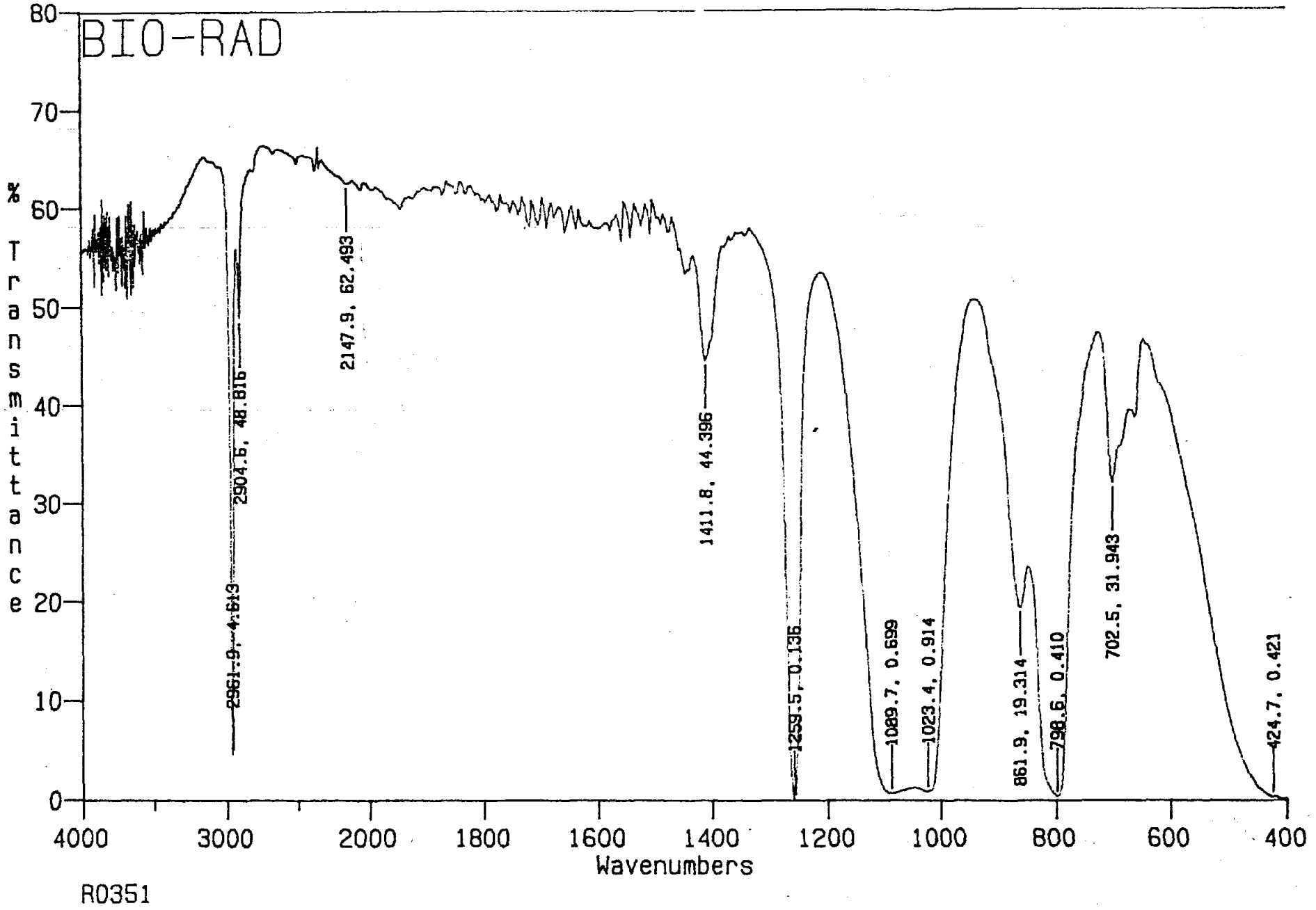
รูปที่ 21 Pyrolyzate จากยาง "O" ring ของการรถไฟแห่งประเทศไทย



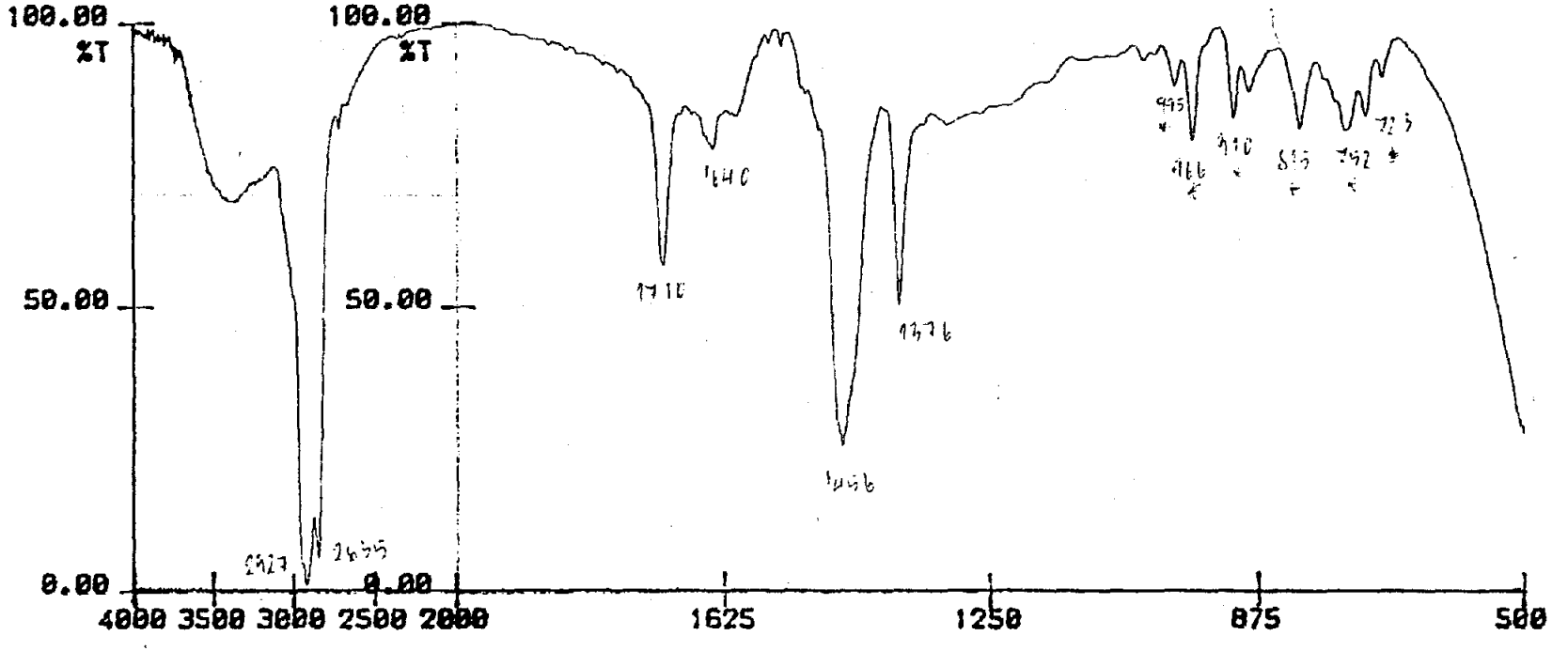
รูปที่ 22 Pyrolyzate จากยางอะไหล่รถจักรดีเซลไฟฟ้า ยี.อี. จากการรถไฟฯ



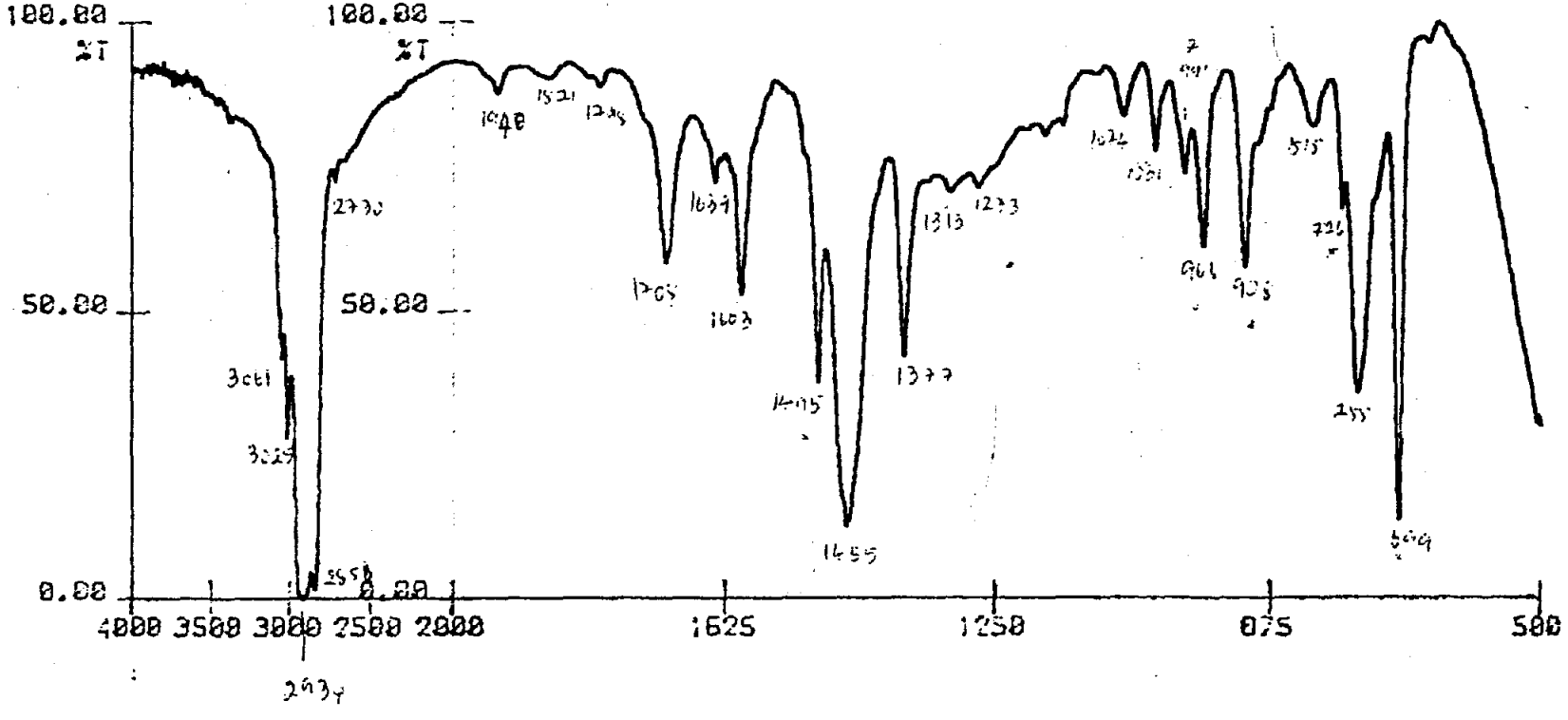
รูปที่ 23 Pyrolyzate จากยางอะไหล่รถจักรดีเซลไฟฟ้า ไฮดรอลิก จากการรถไฟฯ



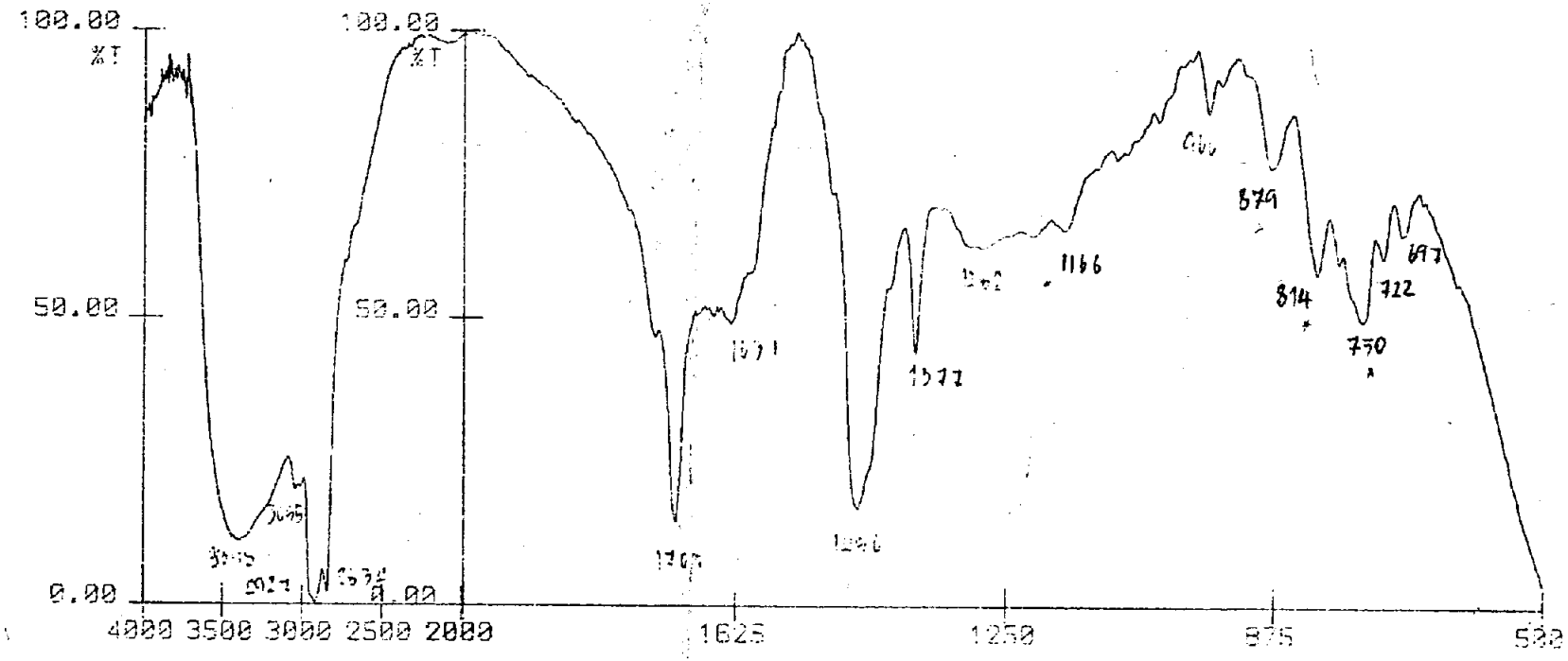
รูปที่ 24 Pyrolyzate จากยางอะไหล่รถจักรดีเซลไฟฟ้า อัลลตอม จากการรถไฟฯ



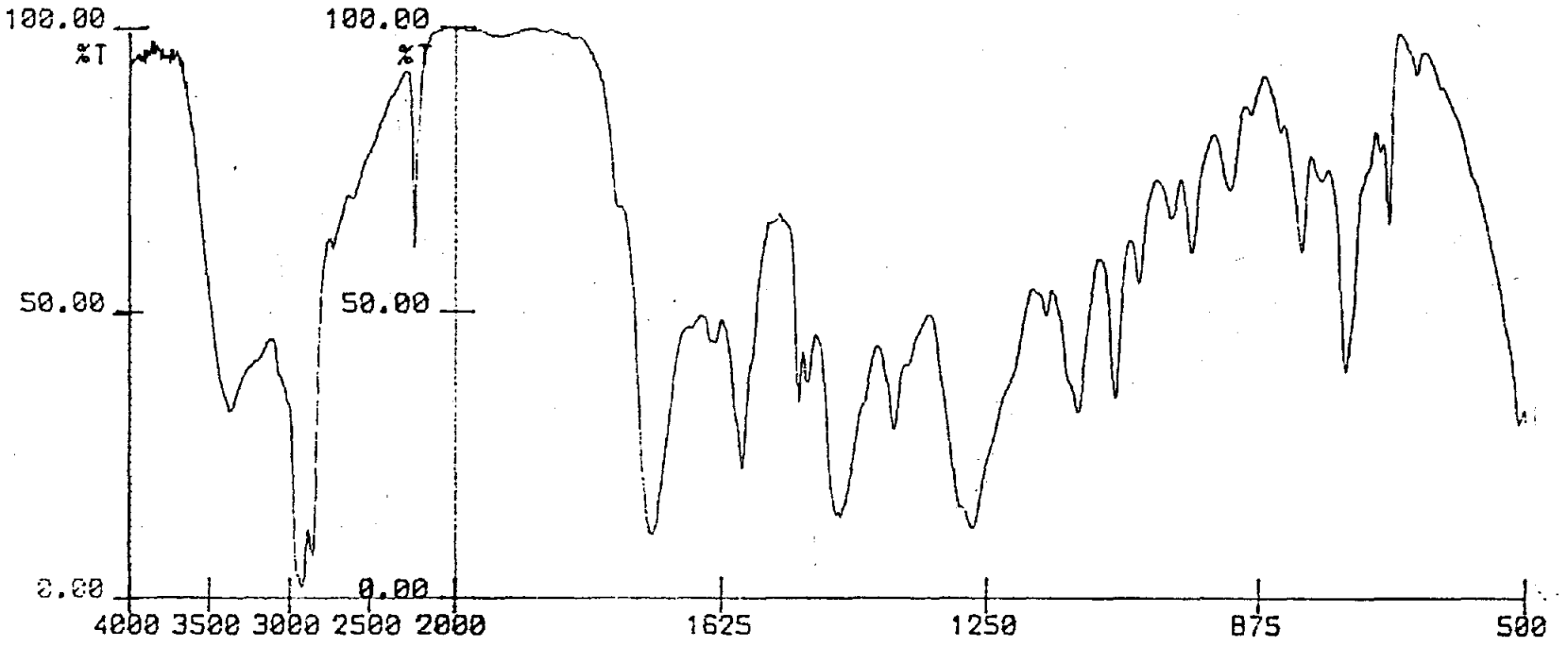
รูปที่ 25 Pyrolyzate จากแผ่นยาง Hypalon จากบริษัท ไทยยอนด้าฯ จำกัด



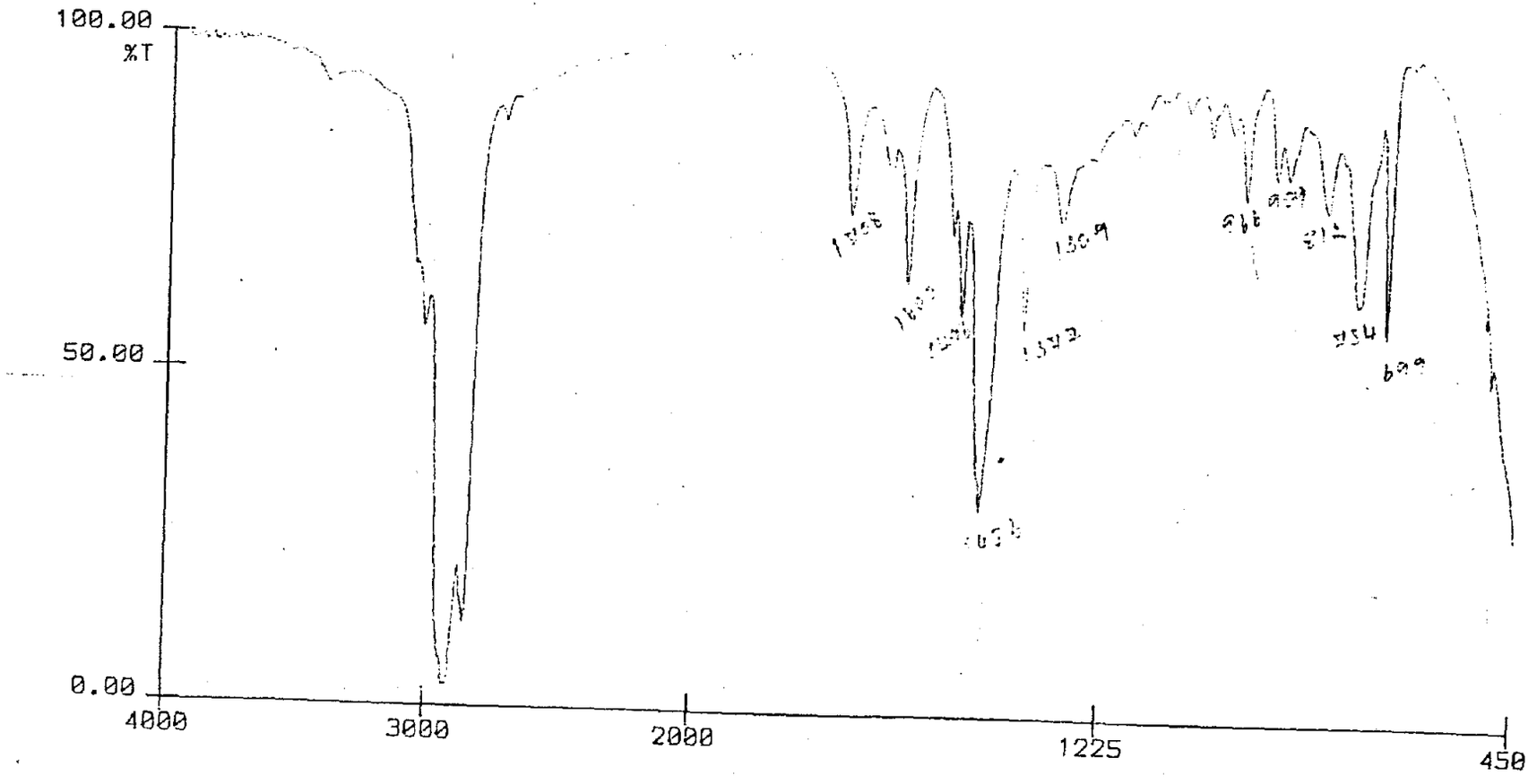
รูปที่ 26 Pyrolyzate "Seal Flapper Valve" จากบริษัท กะรัต คุบภัณฑ์ จำกัด



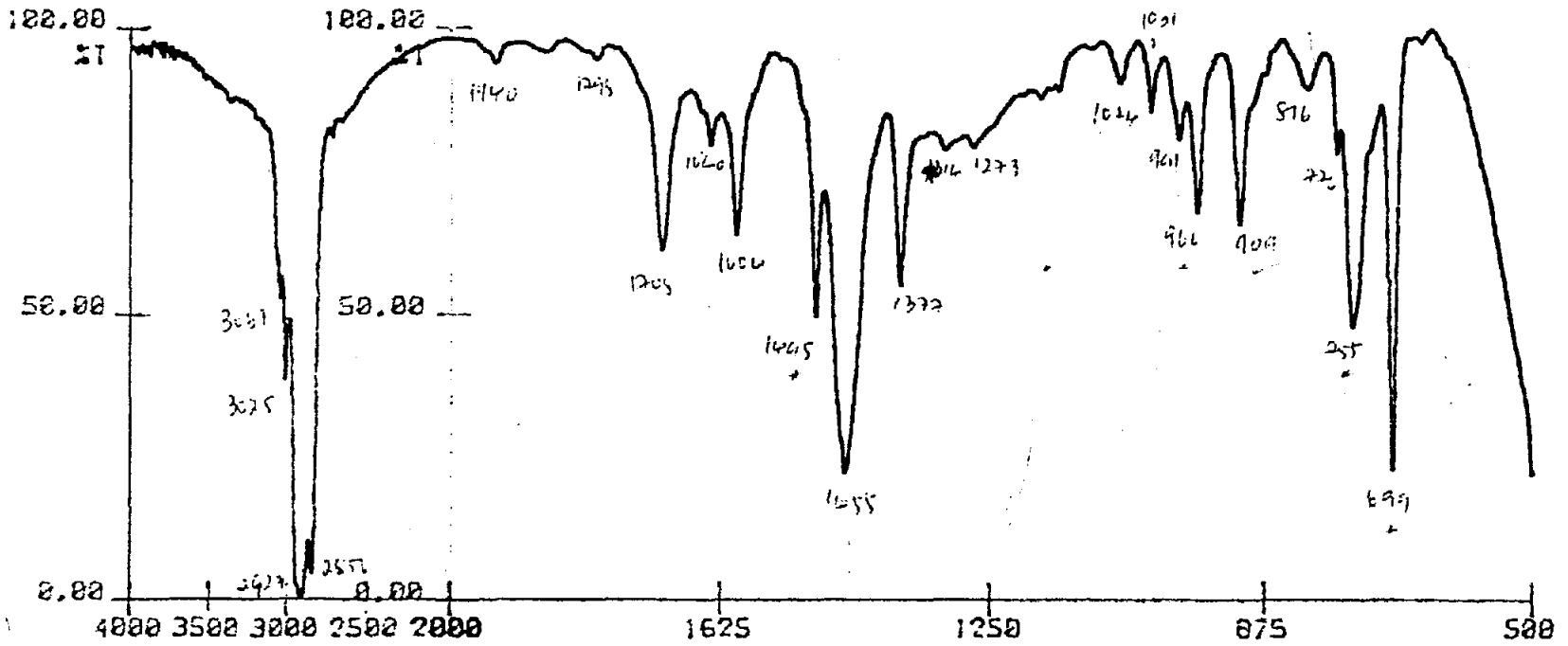
รูปที่ 27 Pyrolyzate "Joint Sealant" จากบริษัท ไทยแมชชัพพลาย จำกัด



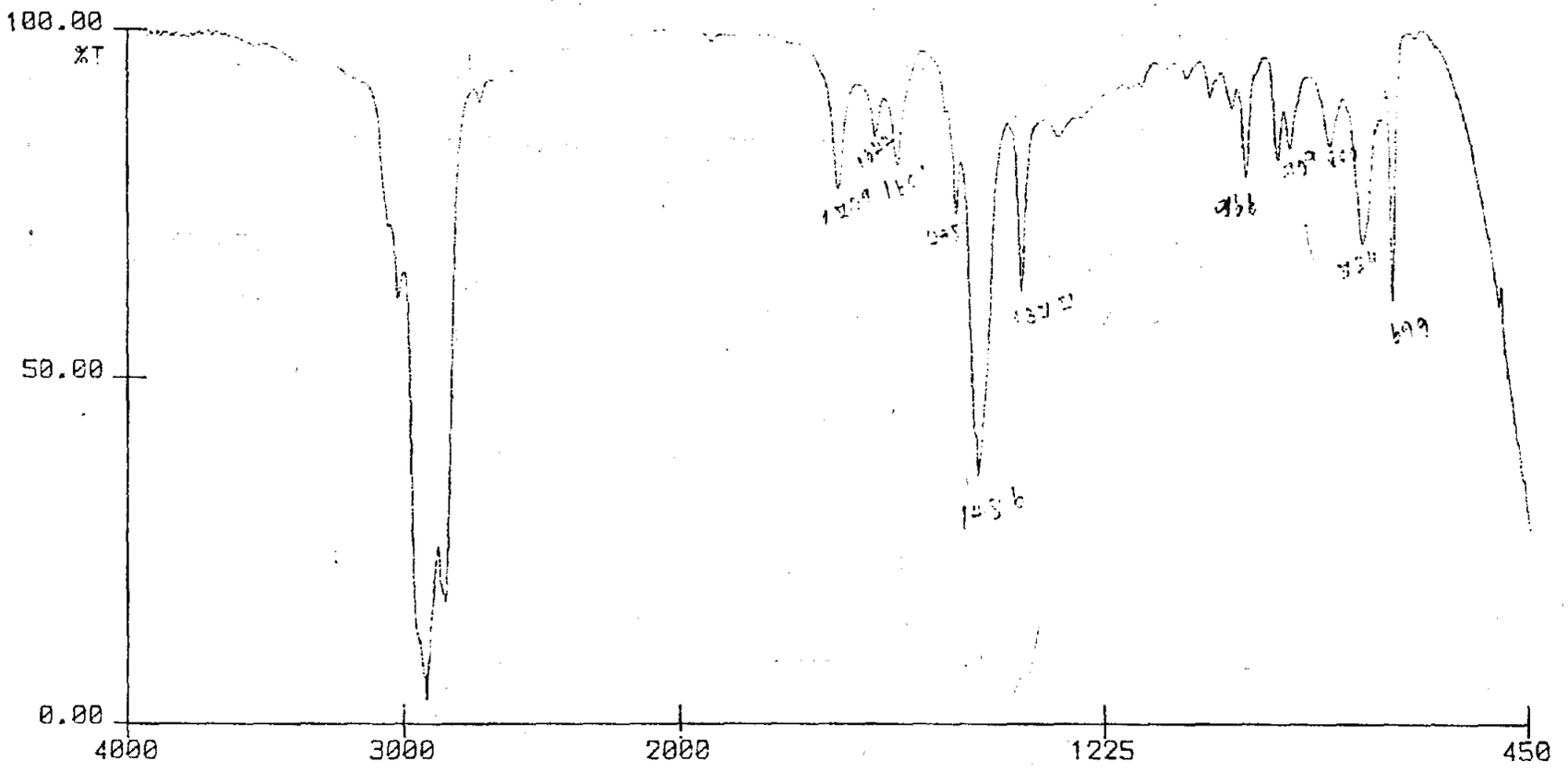
รูปที่ 28 Pyrolyzate "ไดอะแฟรม" จากบริษัท เซฟตี้เซ้นส์ จำกัด



รูปที่ 29 Pyrolyzate "Ideal Standard" จากบริษัท เอ็น แอล โปรดักชั่น จำกัด

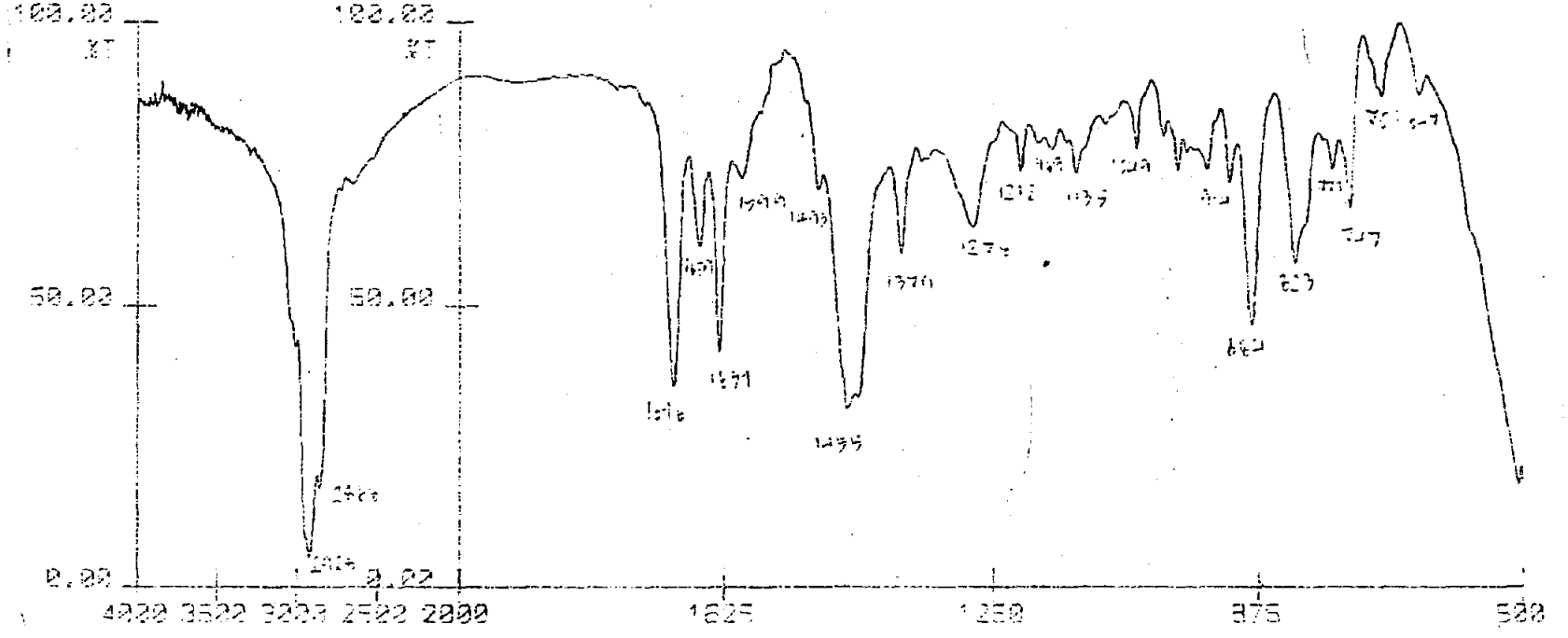


รูปที่ 30 Pyrolyzate "NAFUFIL" จากกรมศุลกากร

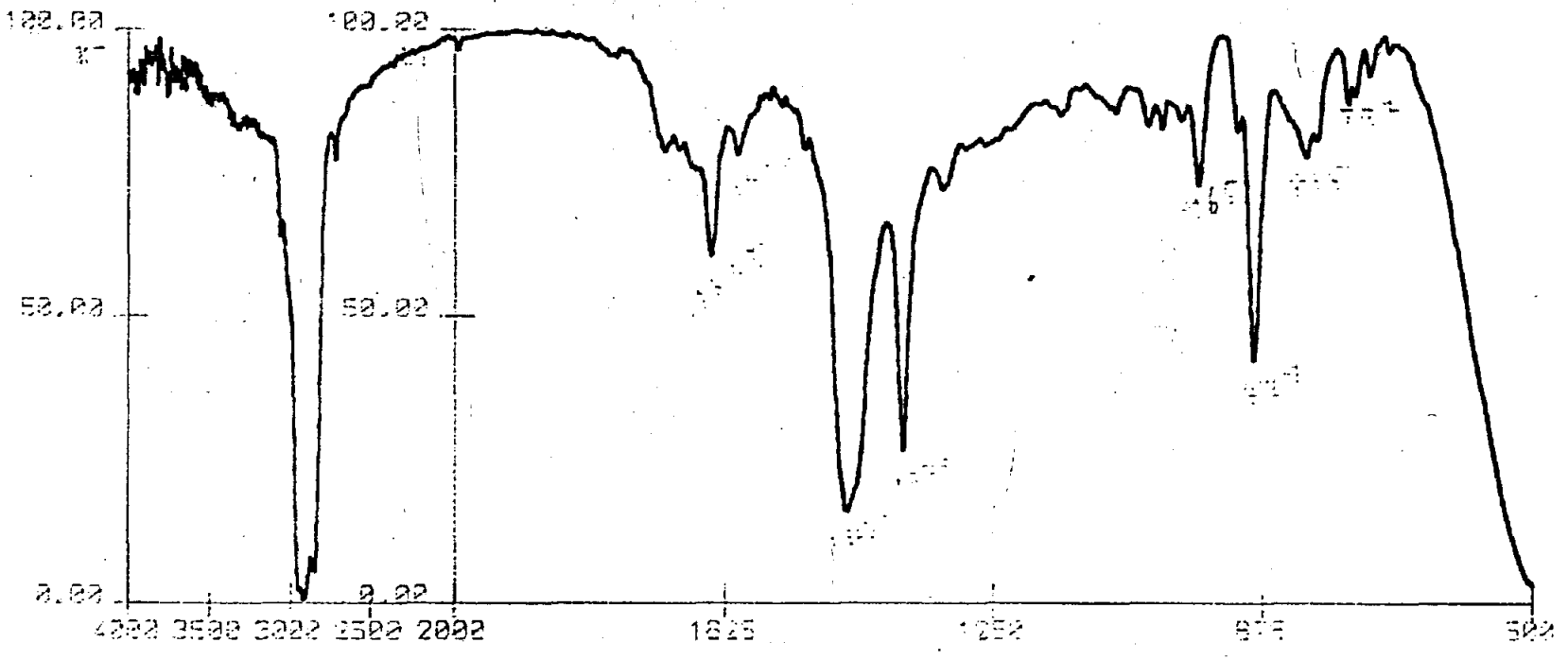


รูปที่ 31 Pyrolyzate atex XZ 94307.04" จากกรมศุลกากร

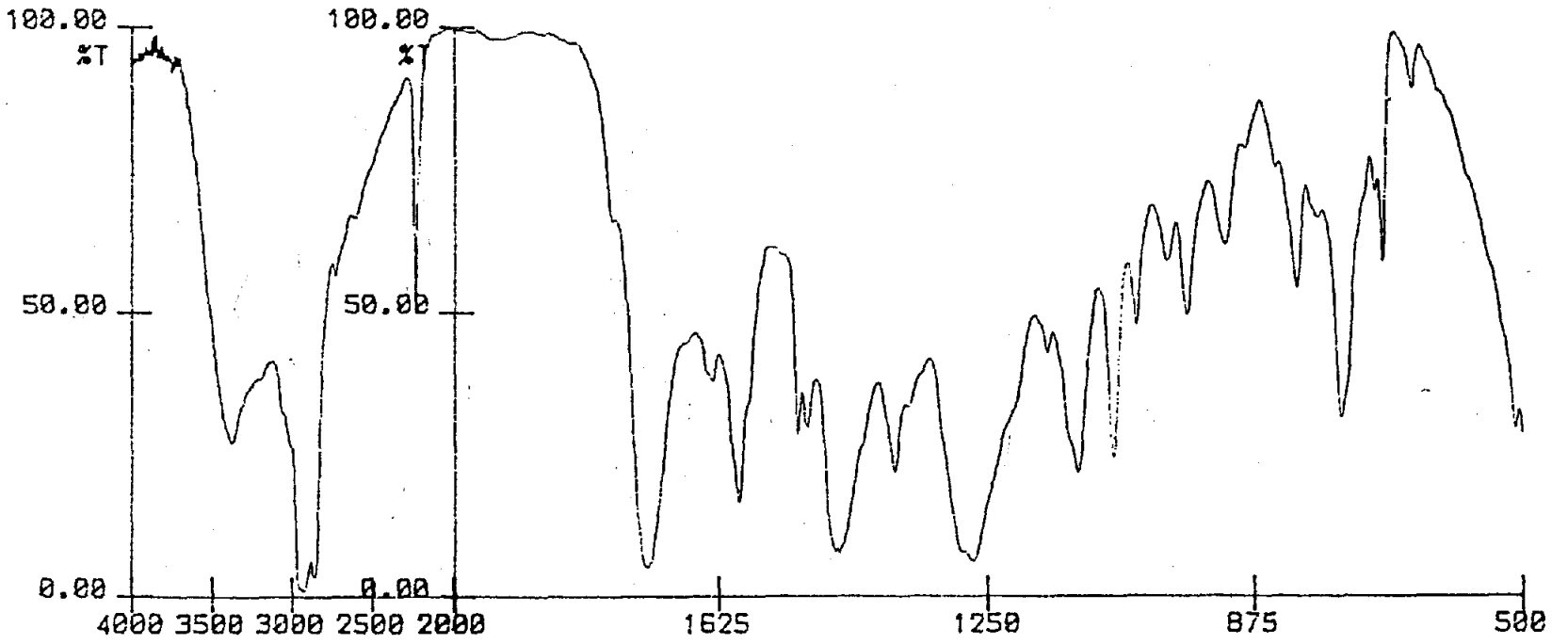
PERKIN-ELMER 1700
SCANS 1
RESOLUTION 4.0 CM-1
DATE: YY-MM-DD
TIME 00:23
OPERATOR
SAMPLE



รูปที่ 32 Pyrolyzate "Neocell Sponge Red " จากกรมศุลกากร



รูปที่ 33 Pyrolyzate "Neocell Sponge White" จากกรมศุลกากร



รูปที่ 34 Pyrolyzate "Nitrile butadiene rubber JSR" จากกรมศุลกากร