

## รายการอ้างอิง

- [1] สถาบันยานยนต์. สถิติยานยนต์[online], 2008. แหล่งที่มา:  
<http://www.thaiauto.or.th/statistic/statistic.asp>[14 Feb. 2008]
- [2] Barlow, F. W. Rubber compounding : Principles, materials, and techniques. 2 nd ed.  
New York: Marcel Dekker Inc., 1993.
- [3] หน่วยเทคโนโลยียาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ศัพท์น่ารู้[online].  
แหล่งที่มา: <http://rubber.sc.mahidol.ac.th/rubbertech/terminology.htm>[26 Dec. 2006]
- [4] Daishuang, L., Haibing, X., Jing, P., Maolin, Z., Genshuan, W., Jiuqiang, L., Jinliang, Q.  
Radiation preparation of nano-powdered styrene-butadiene rubber (SBR) and its  
toughening effect for polystyrene and high-impact polystyrene. Radiation physics and  
chemistry (2007).
- [5] Liu, Y., Fan, Z., Ma, H., Tan, Y., and Qiao, J. Application of nano powdered rubber in  
friction materials. Wear 261 (2006): 225-229.
- [6] ทวีชัย อมศักดิ์ชัย. วัสดุเสียดทาน องค์ประกอบและหน้าที่. บริษัท คอมแพ็ค อินเตอร์  
เนชันแนล (1994) จำกัด, 2548.
- [7] กฤษณา แก้วลบ และ พิชญ์สินี ขานมณีรัตน์. (วิจัยและพัฒนา). การอบรมความรู้พื้นฐานเรื่อง  
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวัตถุดิบและปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องในการผลิต [สไลด์อบรม].  
บริษัท คอมแพ็คอินเตอร์เนชันแนล (1994) จำกัด, 2550.
- [8] Pickup Extreme. กระดานข่าว[online]. แหล่งที่มา:  
<http://www.pickupextreme.com/html/modules.php>[10 Mar. 2007]
- [9] MatWeb. Coefficient of Friction Testing of Plastics[online].  
แหล่งที่มา: <http://www.matweb.com/reference/coefficient-of-friction.asp>[2 Jul. 2007]

- [10] อธิพิณ เตียววณิชย์. การทดสอบความแข็งและการทดสอบการกระแทก. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, 2550.
- [11] Newage Testing Instruments. Hardness Testing Information Guide[online].  
แหล่งที่มา: <http://www.hardnesstesters.com/hardness-test-methods.htm>[2 Jul. 2007]
- [12] IDES The Plastic Web. Specific Gravity of Plastic[online]. แหล่งที่มา:  
<http://www.ides.com/articles/design/2007/0424.asp>[18 Jun. 2007]
- [13] The Engineering Toolbox. Density, Specific Weight and Specific Gravity[online].  
แหล่งที่มา: [http://www.engineeringtoolbox.com/density-specific-weight-gravity-d\\_290.html](http://www.engineeringtoolbox.com/density-specific-weight-gravity-d_290.html)[18 Jun. 2007]
- [14] WIKIPIDIA The free Encyclopedia. Porosity[online]. แหล่งที่มา:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Porosity#Porosity\\_in\\_earth\\_sciences\\_and\\_construction](http://en.wikipedia.org/wiki/Porosity#Porosity_in_earth_sciences_and_construction)[18 Jun. 2007]
- [15] Intertek Plastics Technology Laboratories. Mechanical Testing at Intertek Plastics Technology Laboratories[online].  
แหล่งที่มา: <http://www.ptli.com/testlopedia/test/shear.asp>[10 Mar. 2007]
- [16] MatWeb. flexural[online]. แหล่งที่มา: <http://www.matweb.com/reference/flexural.asp>[2 Jun. 2007]
- [17] Perkin Elmer. Brochures-DiffScanningCalorimeter[online].  
แหล่งที่มา: [http://as.perkinelmer.com/content/RelatedMaterials/Brochures/BRO\\_JadeDSCDiffScanningCalorimeter](http://as.perkinelmer.com/content/RelatedMaterials/Brochures/BRO_JadeDSCDiffScanningCalorimeter)[1 Jul. 2007]
- [18] Materials Science and Engineering Laboratory. Practices Guide202[online].  
แหล่งที่มา: [http://www.msel.nist.gov/Nanotube2/Practice/Guide\\_Section202\\_TGA.pdf](http://www.msel.nist.gov/Nanotube2/Practice/Guide_Section202_TGA.pdf)  
[27 Jun. 2007]

- [19] Department of Material Sciences and ENgineering, college of Engineering, Iowa State University. SEM[online]. แหล่งที่มา: <http://mse.iastate.edu/microscopy/home.htm>[15 Nov. 2007]
- [20] ศูนย์บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด[online].  
แหล่งที่มา: <http://www.kmitl.ac.th/sisc/SEM/SEMmodel.htm>[10 Mar. 2007]
- [21] Kim, Y.C., Min, H.C., Seong, J.K., Ho, J. The effect of phenolic resin, potassium titanate, and CNSL on the tribological properties of brake friction materials. Wear (2007).
- [22] Li, D., Xia, H., Peng, J., Zhai, M., Wei, G., Li, J., Qiao, J. Radiation preparation of nano-powdered styrene-butadiene rubber (SBR) and its toughening effect for polystyrene and high-impact polystyrene. Radiation Physics and Chemistry 76 (2007): 1732-1735.
- [23] Hinchiranan, N., Suppaibulsuk, B., Promprayon, S., Prasassarakich. Improving properties of modified acrylic sheet via addition of graft natural rubber. Materials Letters 61 (2007): 3951-3955.
- [24] Kaynak, C., Cagatay, O. Rubber toughening of phenolic resin by using nitrile rubber and amino silane. Polymer Testing 25 (2006): 296-305.
- [25] Wang, Q., Zhang, X., Dong, W., Gui, H., Gao, J., Lai, J., Liu, Y., Huang, F., Song, Z., Qiao, J. Novel rigid poly(vinyl chloride) ternary nanocomposites containing ultrafine full-vulcanized powdered rubber and untreated nano-sized calcium carbonate. Materials Letters 61 (2007): 1174-1177.
- [26] Ma, H., Wei, G., Liu, Y., Xhang, X., Gao, J., Huang, F., Tan, B., Song, Z., Qiao, J. Effect of elastomeric nanoparticles on properties of phenolic resin. Polymer 46 (2005): 10568-10573.

- [27] Wang, Q., Zhang, X., Liu, S., Gui, H., Lai, J., Liu, Y., Gao, J., Huang, F., Song, Z., Tan, B., Qiao, J. Ultrafine full-vulcanized powdered rubbers/PVC compounds with higher toughness and higher heat resistance. *Polymer* 46 (2005): 10614-10617.
- [28] Kaynak, C., Celikbilek, C., and Akovali, G. Use of silane coupling agents to improve epoxy-rubber interface. *European Polymer Journal* 39 (2003): 1125-1132.
- [29] Ma, H., Wei, G., Liu, Y., Zhang, X., Gao, J., Huang, F., Tan, B., Song, Z., Qiao, J. The effect of elastomeric nano-particles on the mechanical properties and crystallization behavior of polypropylene. *Polymer* 43 (2003): 5133-5138.
- [30] Ozturk, A., Kaynak, C., and Tincer, T. Effects of liquid rubber modification on the behaviour of epoxy resin. *European Polymer Journal* 37 (2001): 2353-2363.
- [31] Kaynak, C., Sipahi-Saglam, E., and Akovali, G. A fractographic study on toughening of epoxy resin using ground tyre rubber. *Polymer* 42 (2001): 4393-4399.
- [32] Patentstorm.us. Compositions for dynamic balancing[online].  
แหล่งที่มา: <http://www.patentstorm.us/patents/5908883-description.html>[25 Feb. 2008]
- [33] Quality department. Interseal. Technical Schedule[online technical schedule].  
แหล่งที่มา: <http://www.patentstorm.us/patents/5908883-description.html>[10 Mar. 2008]
- [34] LG Chem. NBR 8300 study[online]. แหล่งที่มา:  
[http://www.lgchem.com/upload/chemProdDoc/NBR8300leaflet\\_00.pdf](http://www.lgchem.com/upload/chemProdDoc/NBR8300leaflet_00.pdf)[10 Mar. 2008]
- [35] Sinopec Beijing Research Institute of Chemistry Industry. Product data sheet Naprpow PDS VP-412[Computer file]. SAIM EXTEK (Distributor),2007.
- [36] LANXESS. Product specification Baymod N VP KA 8641[Computer file]. Pittsburgh: Lanxess corporation (Producer),2007.

[37] WIKIPIDIA The free Encyclopedia. Barium sulfate[online].

แหล่งที่มา: [http://en.wikipedia.org/wiki/Barium\\_sulfate](http://en.wikipedia.org/wiki/Barium_sulfate)[26 Feb. 2008]

[38] Hands-on Science Project (H-Sci): Chemical safety Data Sheet. Physical & Theoretical Chemistry Laboratory. Chemical Safety Data: Calcium Hydroxide[online]

แหล่งที่มา: [http://ptcl.chem.ox.ac.uk/~hmc/hsci/chemicals/calcium\\_hydroxide.html](http://ptcl.chem.ox.ac.uk/~hmc/hsci/chemicals/calcium_hydroxide.html)[27 Feb. 2008]

[39] Patentstorm.us. Mineral fiber composition[online].

แหล่งที่มา: <http://www.patentstorm.us/patents/5932347-description.html>[25 Feb. 2008]

[40] Li, X.G., Huang, M.R. Thermal degradation of Kevlar fiber by high-resolution thermogravimetry. Journal of Applied Polymer Science 71 (1999): 565-571.

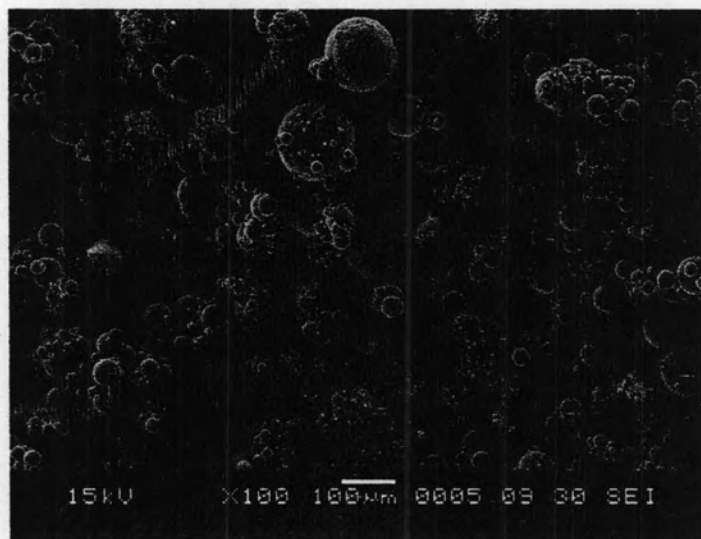
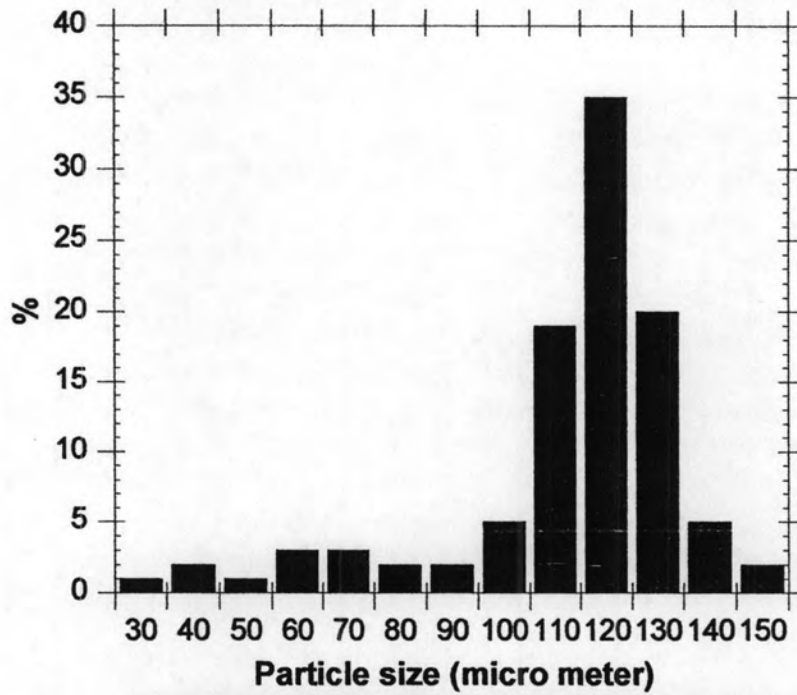
ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

ขนาดของอนุภาคยาง NBR และการแจกแจงขนาดของอนุภาค เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของผ้าเบรกยาง NBR ที่ผลิตได้ ภาคผนวกนี้ได้แสดงลักษณะของอนุภาคยาง NBR ทั้งขนาดไมโครและขนาดนาโน และการแจกแจงขนาดของอนุภาคยาง NBR ทั้งสองชนิด



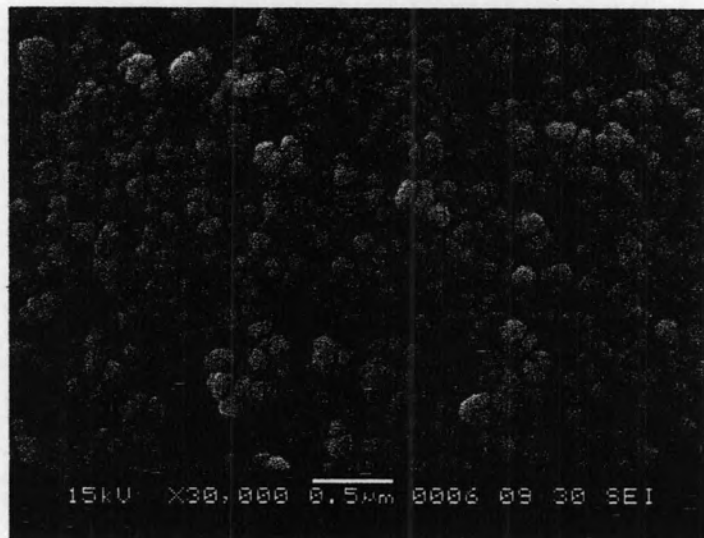
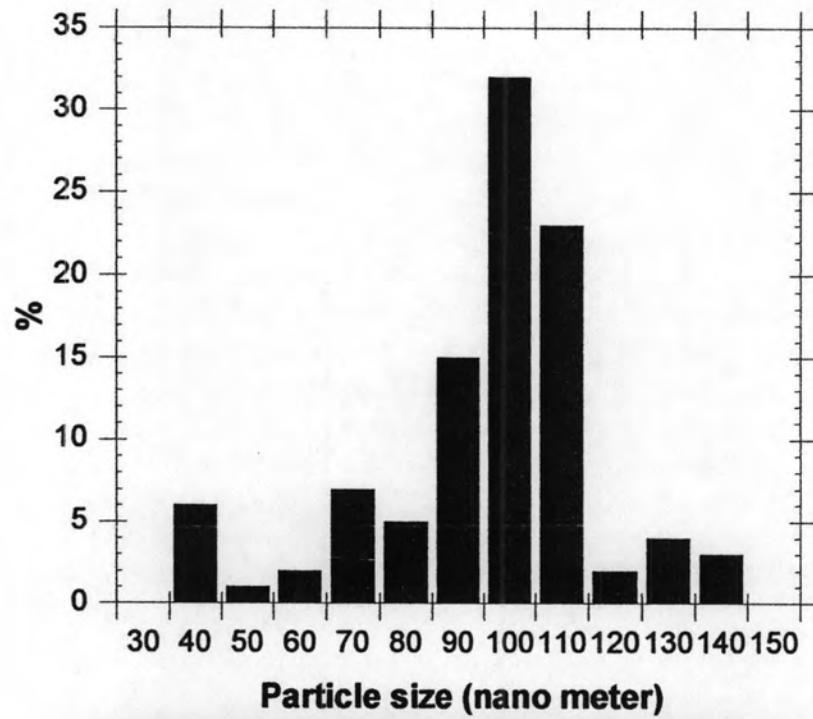
### Size distribution of micro NBR particles



รูปที่ ก-1 ขนาดและการแจกแจงขนาดของอนุภาคยาง NBR ไมโคร



### Size distribution of nano NBR particles

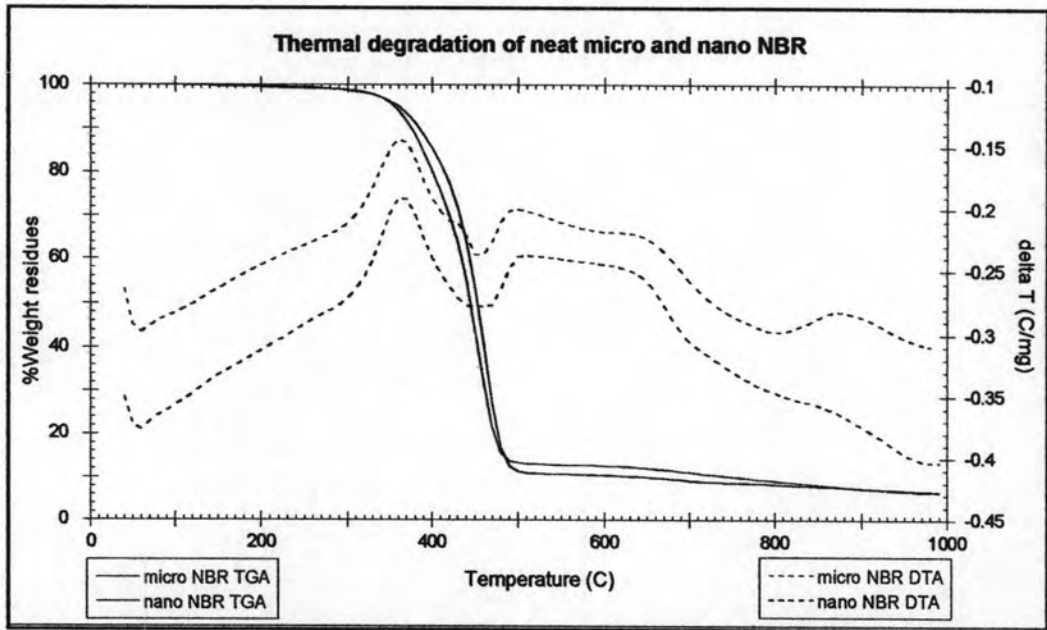


รูปที่ ก-2 ขนาดและการแจกแจงขนาดของอนุภาคยาง NBR นาโน

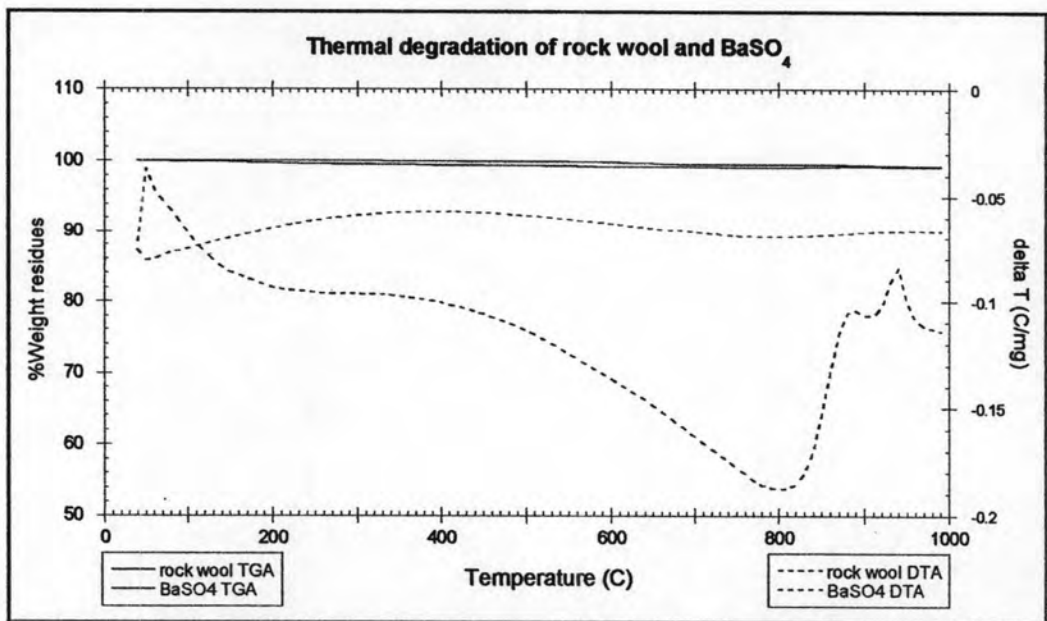
## ภาคผนวก ข

เทคนิค Thermogravimetric analysis (TGA) ใช้ในการติดตามน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปของสารเมื่อมีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ และเทคนิค Differential Thermal analysis (DTA) ใช้ในการวิเคราะห์ปฏิกิริยาคายความร้อนและดูดความร้อนไร่วัตถุภายใต้การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิในอัตราที่คงที่ สาร หรือวัสดุแต่ละชนิดจะมีลักษณะและตำแหน่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เฉพาะ TGA และ DTA จึงมีประโยชน์ในการศึกษาจุดหลอมเหลว อุณหภูมิสลายตัวของสารแต่ละชนิดได้ ซึ่งในบทนี้ได้แสดง TGA-DTA ขององค์ประกอบบางชนิดในผ้าเบรก และแสดงลักษณะ TGA ของผ้าเบรกยางไมโครและนาโนในสัดส่วนปริมาณเท่ากัน

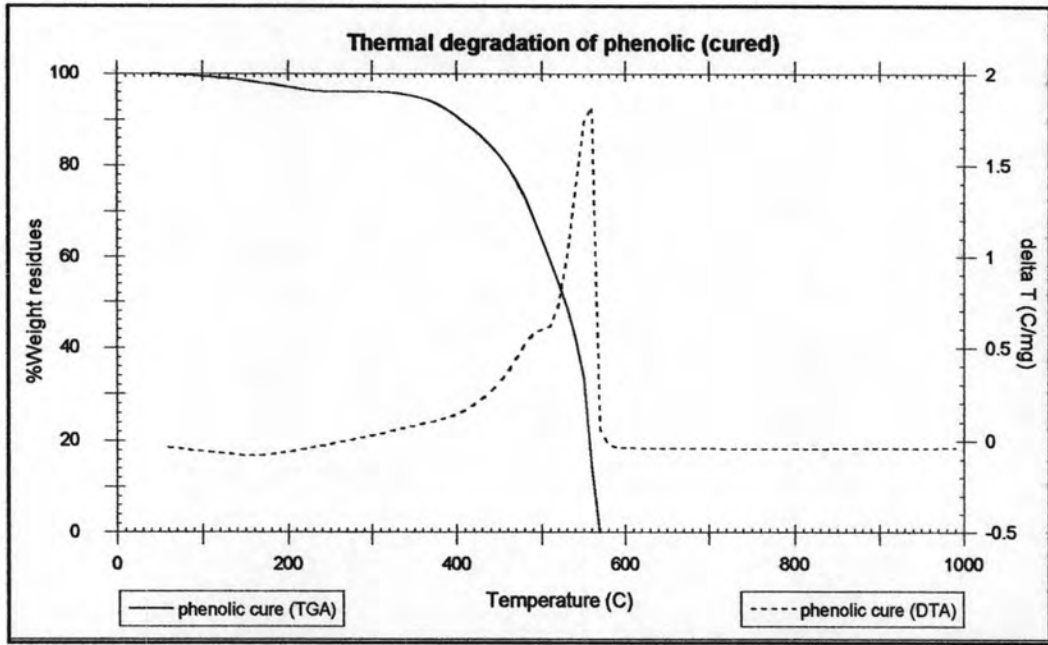




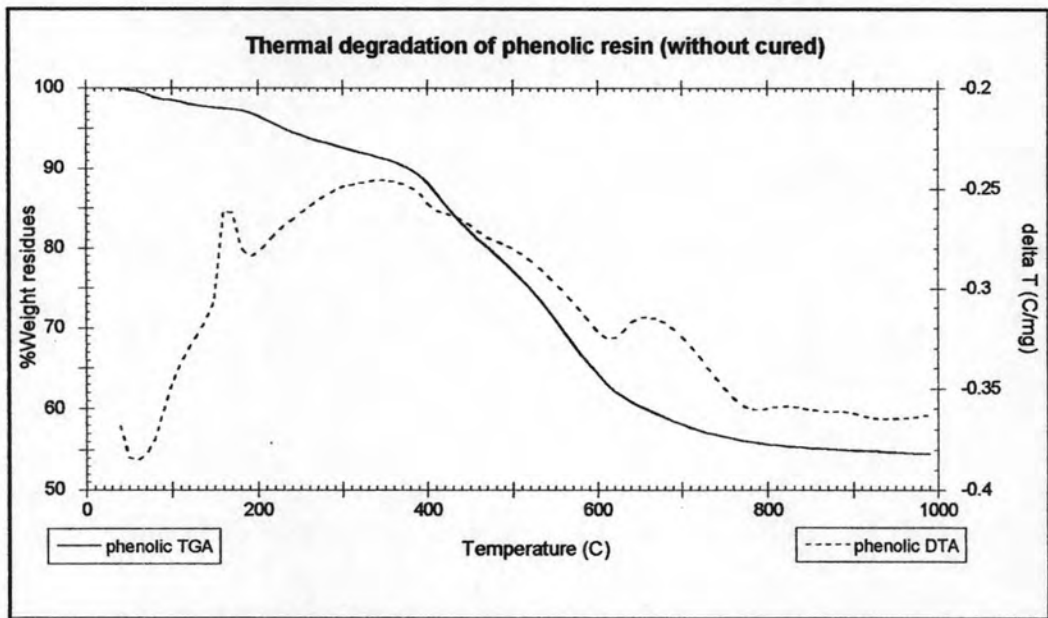
รูปที่ ข-1 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของยาง NBR ไมโครและนาโน



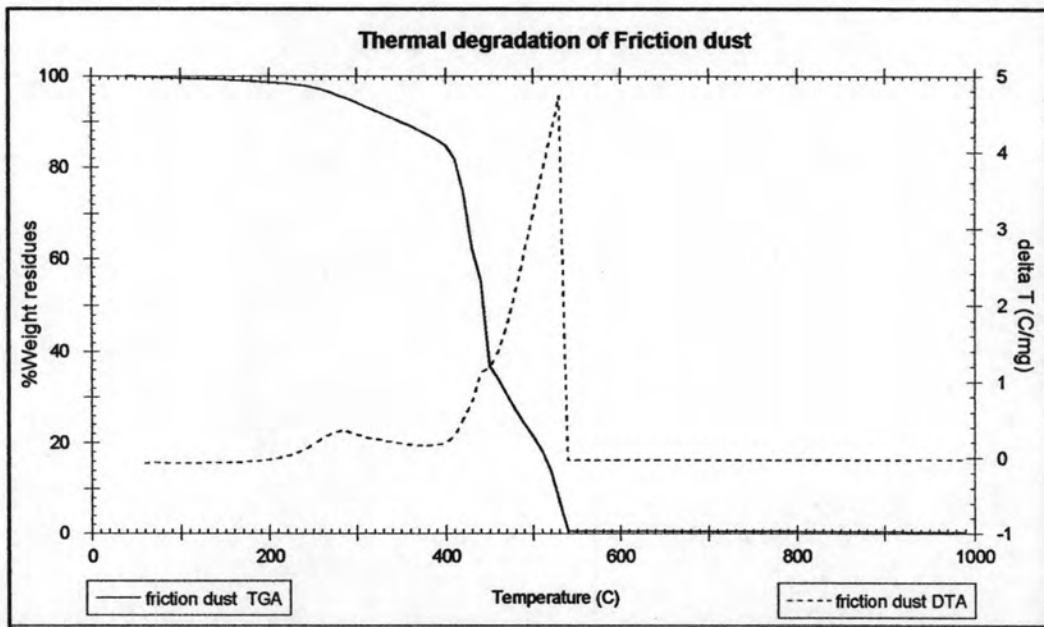
รูปที่ ข-2 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของ BaSO<sub>4</sub> และใยหิน



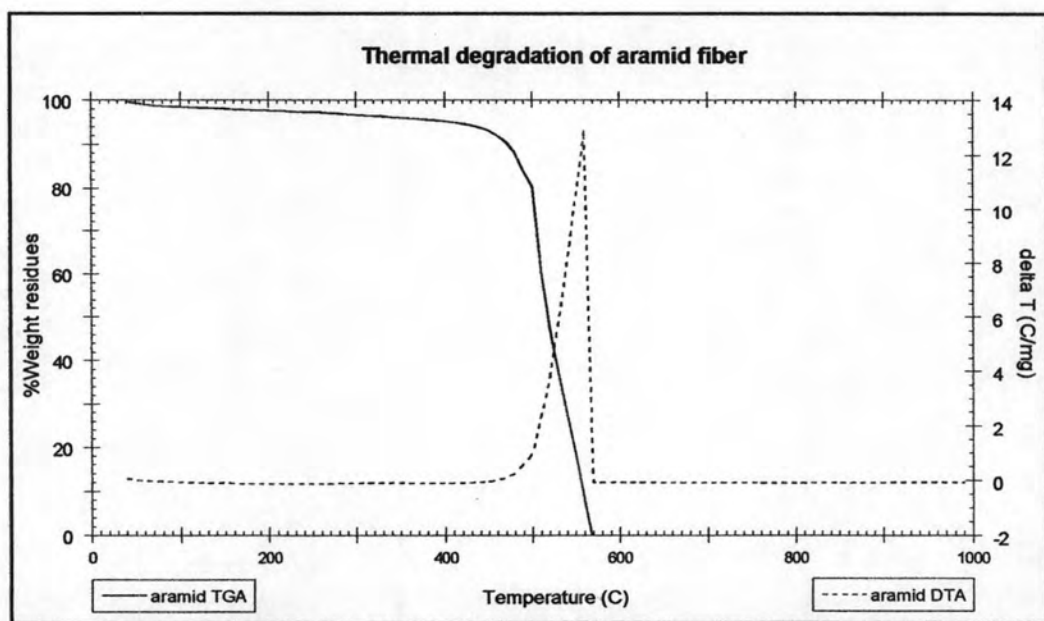
รูปที่ ข-3 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของฟีนอลิกเรซินที่ผ่านกระบวนการบ่ม



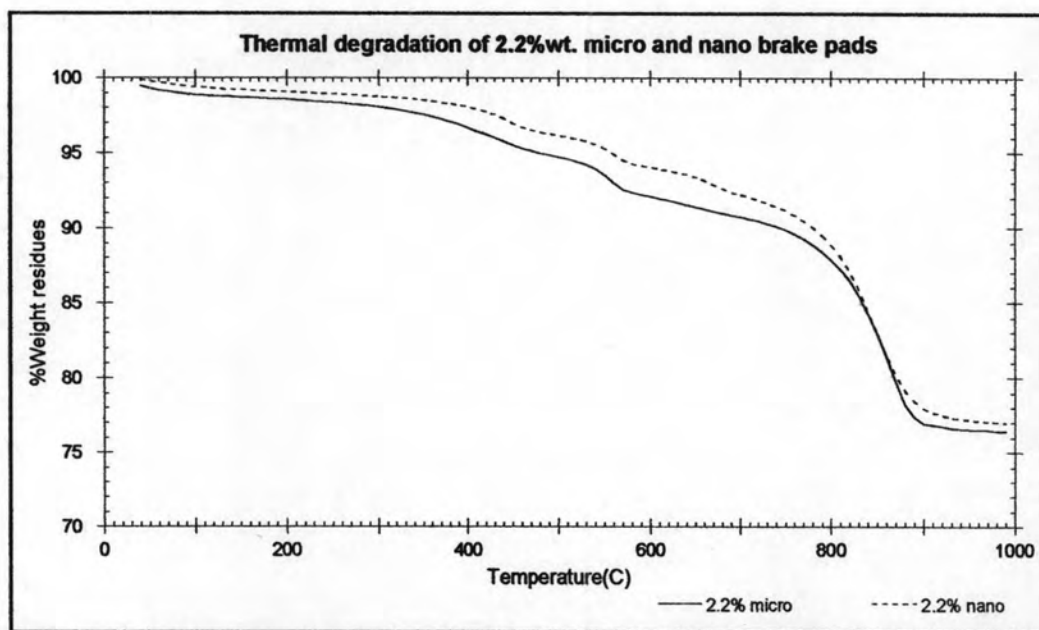
รูปที่ ข-4 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของฟีนอลิกเรซินที่ไม่ผ่านกระบวนการบ่ม



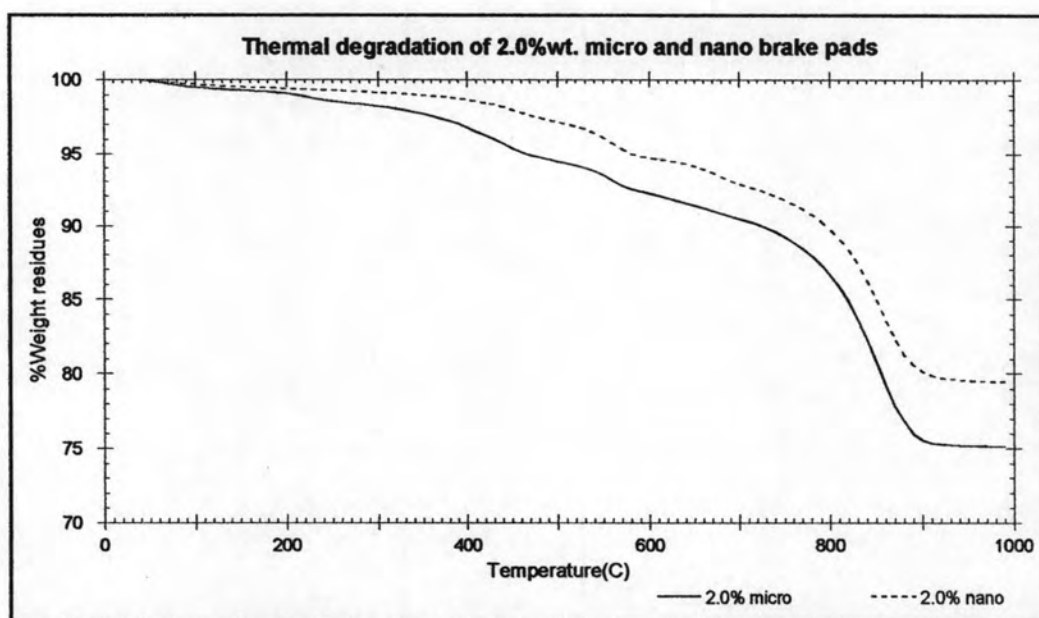
รูปที่ ข-5 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของผง Friction dust



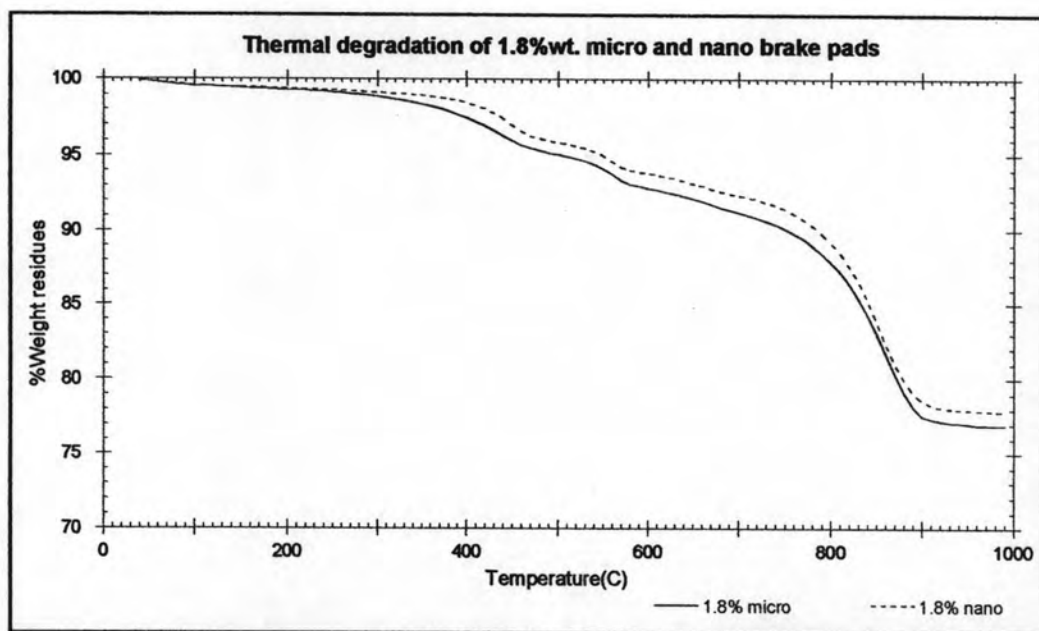
รูปที่ ข-6 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของเส้นใยอะรามิด



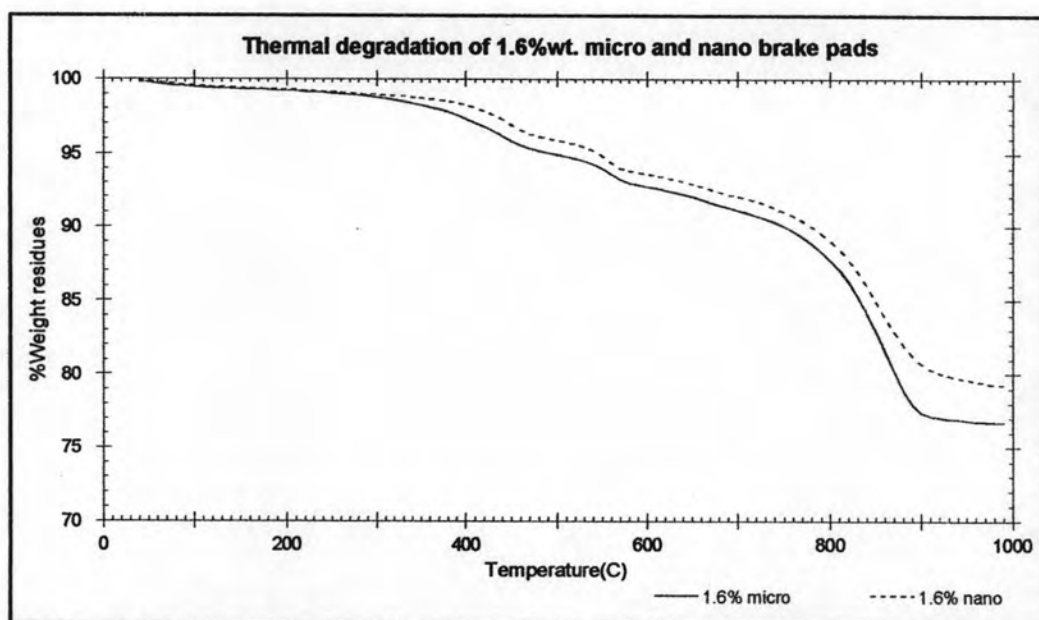
รูปที่ ๗-7 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของผ้าเบรกยาง NBR ไมโครและนาโน  
ที่ปริมาณยาง 2.2% โดยน้ำหนัก



รูปที่ ๗-8 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของผ้าเบรกยาง NBR ไมโครและนาโน  
ที่ปริมาณยาง 2.0% โดยน้ำหนัก

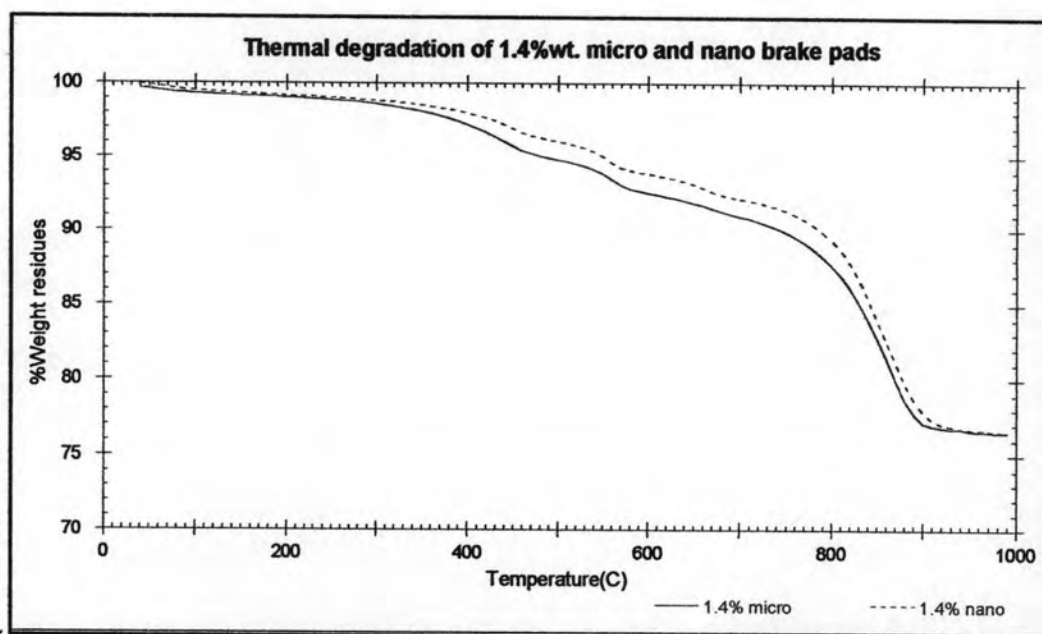


**รูปที่ ๙-9** อุณหภูมิการเสื่อมสลายของผ้าเบรกยาง NBR ไมโครและนาโน  
ที่ปริมาณยาง 1.8% โดยน้ำหนัก

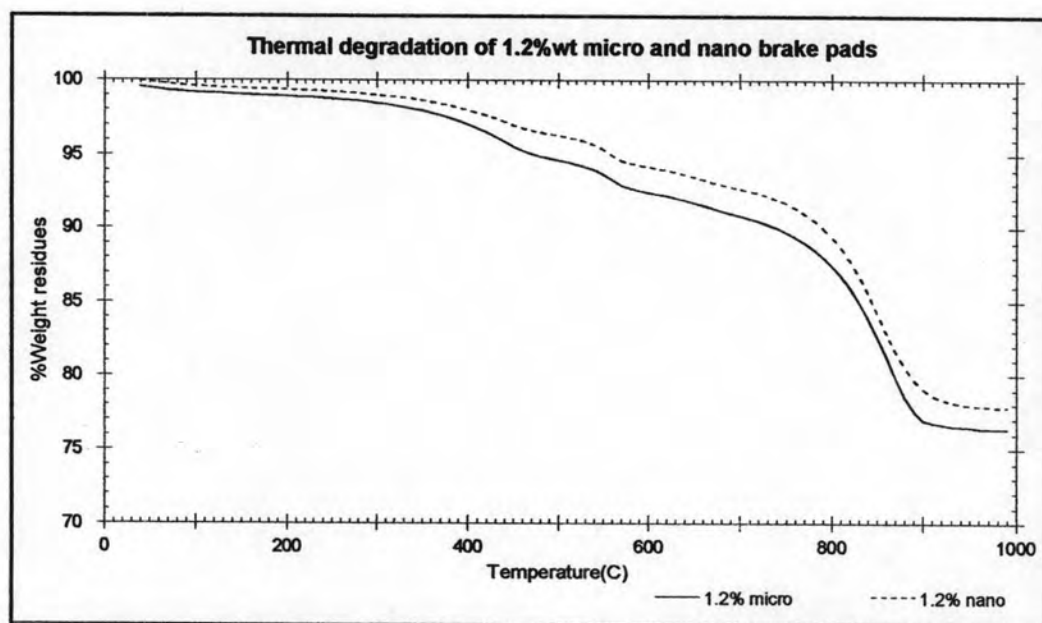


**รูปที่ ๙-10** อุณหภูมิการเสื่อมสลายของผ้าเบรกยาง NBR ไมโครและนาโน  
ที่ปริมาณยาง 1.6% โดยน้ำหนัก





รูปที่ ข-11 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของผ้าเบรคยาง NBR ไมโครและนาโน  
ที่ปริมาณยาง 1.4% โดยน้ำหนัก



รูปที่ ข-12 อุณหภูมิการเสื่อมสลายของผ้าเบรคยาง NBR ไมโครและนาโน  
ที่ปริมาณยาง 1.2% โดยน้ำหนัก

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอมรพร รัตนมาลากุล เกิดเมื่อวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2524 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร เข้าศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมมหาบัณฑิต

