

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาสมรรถนะของเครื่องทดสอบความเย็น

ข้อมูลจากการทดลองที่ถูกนำมาพล็อตลงบนกราฟเพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เปรียบเทียบกับภาวะทางความร้อนที่แปรเปลี่ยนไป

กราฟรูปที่ 4.1 ถึง 4.13 แสดงถึงค่างานในการอัดของคอมเพรสเซอร์, ประสิทธิภาพไอเซนโทรฟิกของคอมเพรสเซอร์, ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร, สัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่า อัตราการไหลของการทำความเย็นเมื่อใช้ CFC-12 และสาร HFC-134a ในเครื่องทดสอบความเย็น นอกจากนั้นยังทำการปรับตั้งปรับความดันเพื่อลดขนาดของตัวปรับความดันให้เล็กลงสองขนาดด้วยกันโดยทำการหมุนตัวปรับความดัน 1/4 รอบ ซึ่งทำให้ความดันของคอยล์เย็นลดลง 12 Pa (ที่อุณหภูมิคอนเดนซิ่ง = 35°C) และ 1/2 รอบ ซึ่งทำให้ความดันของคอยล์เย็นลดลง 25 Pa (ที่อุณหภูมิคอนเดนซิ่ง = 35°C) ทั้งนี้ทำการควบคุมอุณหภูมิใน ส่วนระบายความร้อนที่ 33 °C และ 35 °C ตามลำดับ

จากข้อมูลต่างๆ เมื่อนำมาพล็อตกราฟสามารถทำการวิเคราะห์ได้ดังนี้ คือ

4.1.1 งานที่ใช้ในการอัด จากกราฟที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าปริมาณงานที่ใช้ในการอัดมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเพิ่มภาวะทางความร้อนมากขึ้น ทั้งกรณีของระบบที่ใช้ CFC-12 และ HFC-134a เป็นสารทำความเย็น ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพเชิงปริมาตรมากขึ้นในขณะที่ภาวะทางความร้อนสูงขึ้น ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.5 และ 4.6 อีกทั้งในกราฟรูปที่ 4.3 และ 4.4 ที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการอัดทางไอเซนโทรฟิกที่สูงขึ้น

การเปรียบเทียบปริมาณงานในการอัดของระบบที่ใช้ CFC-12 และ HFC-134a เป็นสารทำความเย็นจะได้ว่า ในปริมาณค่าภาระทางความร้อนที่เท่ากันระบบที่ใช้ HFC-134a เป็นสารทำความเย็นต้องใช้งานในการอัดมากกว่าประมาณ 20% เนื่องจากประสิทธิภาพเชิงปริมาตรที่น้อยกว่าของระบบ HFC-134a ทำให้มีประสิทธิภาพในการอัดทางไอเซนโทรฟิกที่ต่ำกว่า ดังที่แสดงในกราฟ รูปที่ 4.5, 4.6 และ 4.3, 4.4 ตามลำดับ

จากการทดลองยังพบว่า เมื่อทำการลดขนาดตัวปรับความดันในระบบที่ใช้ HFC-134a เป็นสารทำความเย็นจำนวน 1/4 รอบ และ 1/2 รอบ ส่งผลให้งานที่ใช้ในการอัดมีค่าลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ CFC-12 เป็นสารทำความเย็นในขนาดการทำความเย็นเท่ากัน

4.1.2 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ จากการที่ระบบของ HFC-134a ต้องใช้งานในการอัดมากกว่าระบบของ CFC-12 ในขนาดการทำความเย็นเดียวกัน เป็นผลทำให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะมีค่าต่ำกว่า ดังที่แสดงในกราฟที่ 4.9 - 4.12 และเมื่อทำการลดขนาดของตัวปรับความดัน ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะในทางปฏิบัติของเครื่องทำความเย็น HFC-134a มีค่าสูงขึ้น จนกระทั่งทำการปรับลดอย่างเหมาะสมจะช่วยให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะในทางปฏิบัติมีสูงกว่าเมื่อใช้ CFC-12 เป็นสารทำความเย็นเช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะรวม ซึ่งคำนึงถึงงานที่จ่ายให้คอมเพรสเซอร์ อนึ่งเมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิไ้ระบายความร้อนที่ต่างกัน การลดอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนมีส่วนช่วยให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะดีขึ้น ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.13

4.1.3 อัตราการไหลของสารทำความเย็น จากกราฟรูปที่ 4.7 และ 4.8 แสดงให้เห็นว่าระบบที่ใช้ HFC-134a เป็นสารทำความเย็น อัตราการไหลจะต่ำกว่าระบบของ CFC-12 ทั้งนี้เนื่องจาก HFC-134a มีค่าความจุความร้อนจำเพาะของการกลายเป็นไอน้ำมากกว่า ดังนั้นที่ขนาดการทำความเย็นเดียวกันจึงสามารถใช้นวลที่น้อยกว่า

4.1.4 การเปรียบเทียบสภาวะของเครื่องทดสอบความเย็นขณะเดินเครื่อง เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 กับ HFC-134a เป็นดังนี้

4.1.4.1 ความดันด้านคอนเดนซิ่งของระบบCFC-134a มีค่าสูงกว่าระบบ CFC-12 ประมาณ 4-5% ในขณะที่ควบคุมอุณหภูมิไ้ระบายความร้อนที่เท่ากัน

4.1.4.2 ความร้อนที่ระบายออกทางด้านคอนเดนซิ่ง ของระบบ HFC- 134a มีค่าสูง กว่าของระบบ CFC-12 ประมาณ 6-7 % ในขนาดการทำความเย็นเดียวกัน

4.1.4.3 ผลของการทำความเย็น (Refrigerating Effect) ในระบบของ HFC-134a มีค่ามากกว่าของระบบ CFC-12 ประมาณ 14-15 % ในขณะที่มีอัตราการไหลต่ำกว่า 12-13 %

4.1.4.4 การลดขนาดอุปกรณ์ลดความดันแต่ยังคงขนาดการทำความเย็นเท่าเดิมมีผลต่อระบบดังนี้ (ตามกราฟที่ 4.14)

- ผลของการทำความเย็นมีค่ามากขึ้น เนื่องจากปริมาณองศาไอร้อนยิ่งขาดความร้อนที่สูงเพิ่มขึ้น
- งานที่ใช้ในการอัดคลดลง และขบวนการอัดคอมเพรสเซอร์มีลักษณะใกล้เคียงกับไอเซนโทรฟิกมากขึ้น
- ความดันและอุณหภูมิของอีวาโปเรเตอร์มีค่าลดลง

กราฟรูปที่ 4.15 - 4.20 เป็นกราฟแสดงสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์ที่อุณหภูมิของปริมาณองศาไอร้อนขุดยั้งต่างๆจากการทดลองแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มภาระทางความร้อน โดยควบคุมอุณหภูมิการระบายความร้อนมีผลใ้ระบบมีปริมาณไอร้อนขุดยั้งที่มากขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าภาระทางความร้อนที่เพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มปริมาณองศาไอร้อนขุดยั้ง นอกจากนั้นในกราฟที่กล่าวถึงนี้ยังได้แสดงถึงประสิทธิภาพเชิงปริมาตรและกำลังม้าต่อภาระทางความร้อนที่ปริมาณไอร้อนขุดยั้งต่างๆโดยรูปแบบที่เป็นลักษณะเดียวกัน ทั้งกรณีของการใช้ CFC-12 และ HFC-134a เป็นสารทำความเย็นซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.5 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณองศาไอร้อนขุดยั้ง เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อไออิมตัวของสารทำความเย็น(มีปริมาณไอร้อนขุดยั้งเท่ากับศูนย์)เข้าสู่คอมเพรสเซอร์ที่มีความร้อน ไออิมตัวเหล่านี้จะทำการดูดซับความร้อนและขยายตัวออก จนปริมาตรเต็มกระบอกสูบ ดังนั้นปริมาตรของไอสารทำความเย็นจริงๆ(ก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์)จึงมีปริมาณ

ต่ำ ตรงกันข้ามเมื่อไอของสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงเข้าสู่คอมเพรสเซอร์จะมีการขยายตัวต่ำ ซึ่ง ส่งผลให้มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงตามด้วย

4.1.6 กำลังม้าต่อขนาดทำความเย็นหรือส่วนกลับของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ รวม มีค่าลดลงในขณะที่ปริมาณองศาไอร้อนขุดยิ่งมากขึ้น เนื่องจากในขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำการอัดไออิมตัวคอมเพรสเซอร์มีการถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นเป็นปริมาณมาก ดังที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้ขบวนการอัดมีการสูญเสียความร้อนมาก ส่งผลให้ประสิทธิภาพทางการอัดแบบไอเซนโทรฟิกต่ำซึ่งสอดคล้องกับกราฟในรูป 4.3 และ 4.4 กำลังม้าที่ใช้ในการอัดไออิมตัว จึงใช้มากกว่ากรณีที่ไอมีปริมาณองศาไอร้อนขุดยิ่งสูง

4.1.7 กราฟรูปที่ 4.15 และ 4.18 เป็นการเปรียบเทียบสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 กับ HFC-134a โดยไม่มีการปรับลดตัวปรับความดัน เมื่อพิจารณาที่ปริมาณไอร้อนขุดยิ่งที่เท่ากันพบว่า

4.1.7.1 ขนาดของการทำความเย็นของระบบ HFC-134a มีค่ามากกว่าระบบของ CFC-12 ในการทำให้ปริมาณไอร้อนขุดยิ่งมีค่าเท่ากัน ทั้งนี้จากการที่ HFC-134a มีค่าความจุความร้อนในสภาพไอ ที่มากกว่า ดังนั้นการทำให้ไอของสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงเท่ากันได้จะต้องใช้ปริมาณความร้อนที่มากกว่า

4.1.7.2 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ HFC-134a สูงกว่า ระบบของ CFC-12 ในปริมาณองศาไอร้อนขุดยิ่งที่เท่ากัน ผลจึงทำให้กำลังม้าต่อภาระทางความร้อนมีค่าต่ำกว่าของ CFC-12

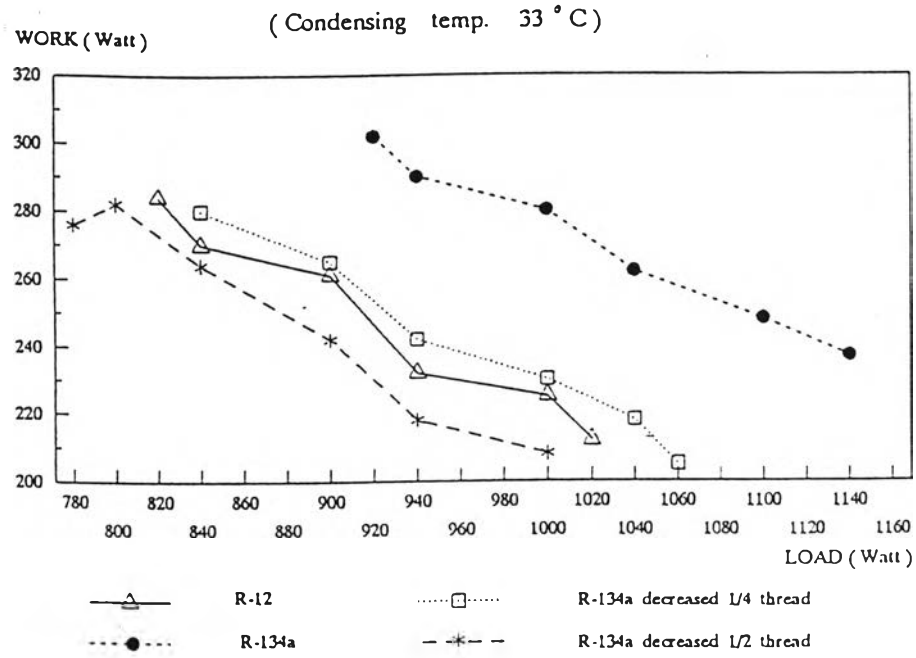
4.1.8 กราฟรูปที่ 4.16 และ 4.19 เป็นกราฟเปรียบเทียบสมรรถนะของ คอมเพรสเซอร์ เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 กับ HFC-134a ที่ลดตัวปรับความดันลง 1/4 รอบ เมื่อพิจารณาปริมาณองศาไอร้อนขุดยิ่งที่เท่ากันพบว่า

4.1.8.1 ขนาดการทำความเย็นของระบบ HFC-134a มีค่ามากกว่าระบบของ CFC-12 แต่ลดลงจากเดิม เนื่องจากการลดตัวปรับความดันเป็นการลดอัตราการไหลของสารทำความเย็นด้วย ตามกราฟรูปที่ 4.7 และ 4.8

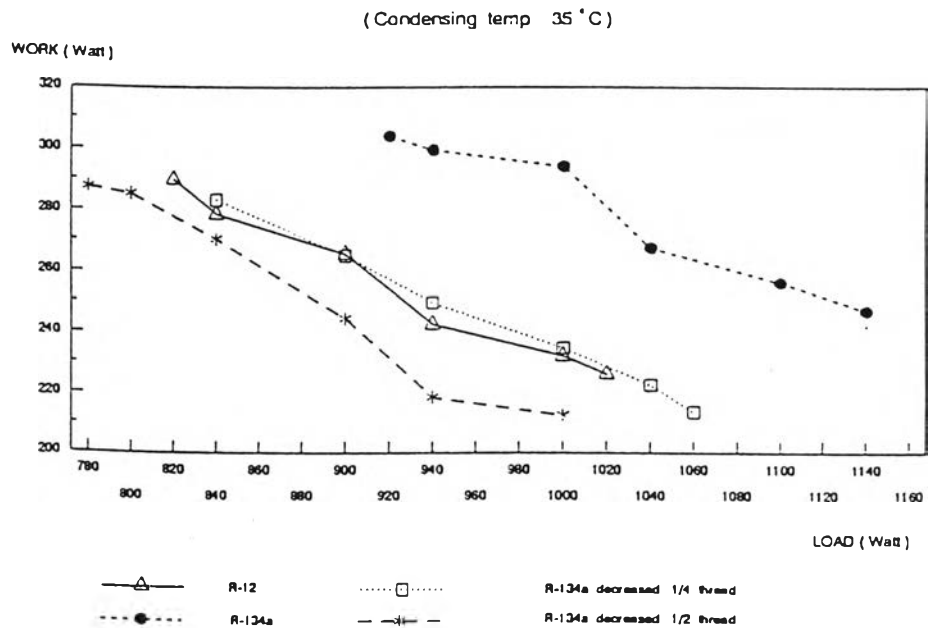
4.1.8.2 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระบบ HFC-134a มีค่าใกล้เคียงกับระบบของ CFC-12 เช่นเดียวกับกำลังน้ำต่อภาระทางความร้อน

4.1.9 กราฟรูปที่ 4.17 และ 4.20 เป็นกราฟเปรียบเทียบสมรรถนะของ คอมเพรสเซอร์ เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 กับ HFC-134a ที่ลดตัวปรับความดันลง 1/2 รอบ เมื่อพิจารณาที่ไอร้อนหวดขี้ที่เท่ากัน

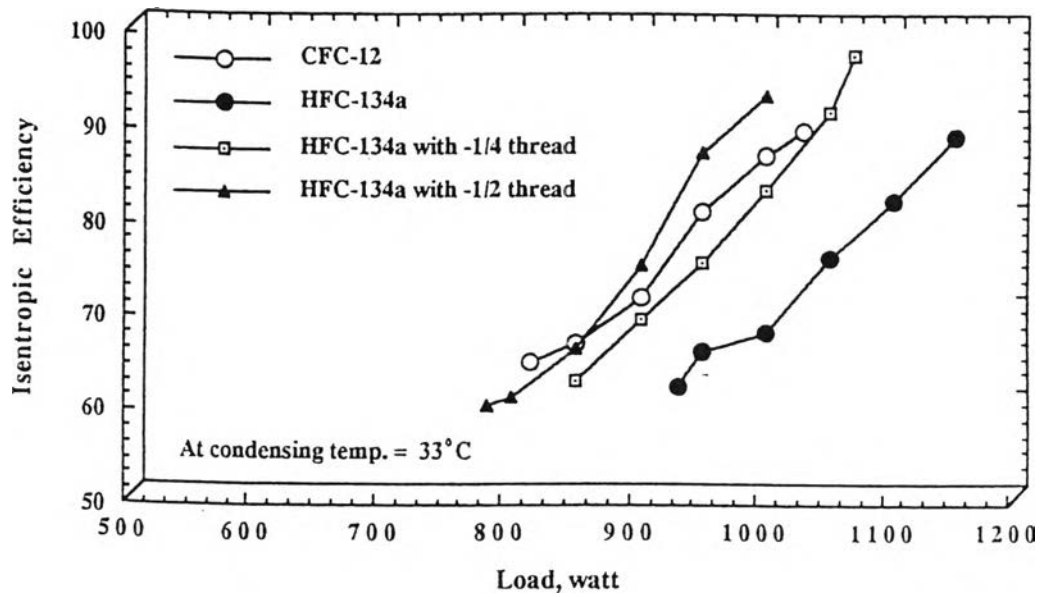
4.1.9.1 ขนาดการทำความเย็นที่ปริมาณองศาไอร้อนหวดขี้ต่างๆมีค่าที่ใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับประสิทธิภาพเชิงปริมาตรและกำลังน้ำต่อภาระทางความร้อน ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการลดขนาดตัวปรับความดันลงจำนวน 1/2 รอบในระบบของ HFC-134a จะทำให้สมรรถนะของระบบโดยรวมกลับมาเหมือนกับกรณีในการใช้ CFC-12 เป็นสารทำความเย็น นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงอุณหภูมิองศาไอร้อนหวดขี้ จาก 0 °F ถึง 25 °F จะมีความแตกต่างทางด้านสมรรถนะมากกว่าช่วงอุณหภูมิองศาไอร้อนหวดขี้ 30°F ถึง 50°F



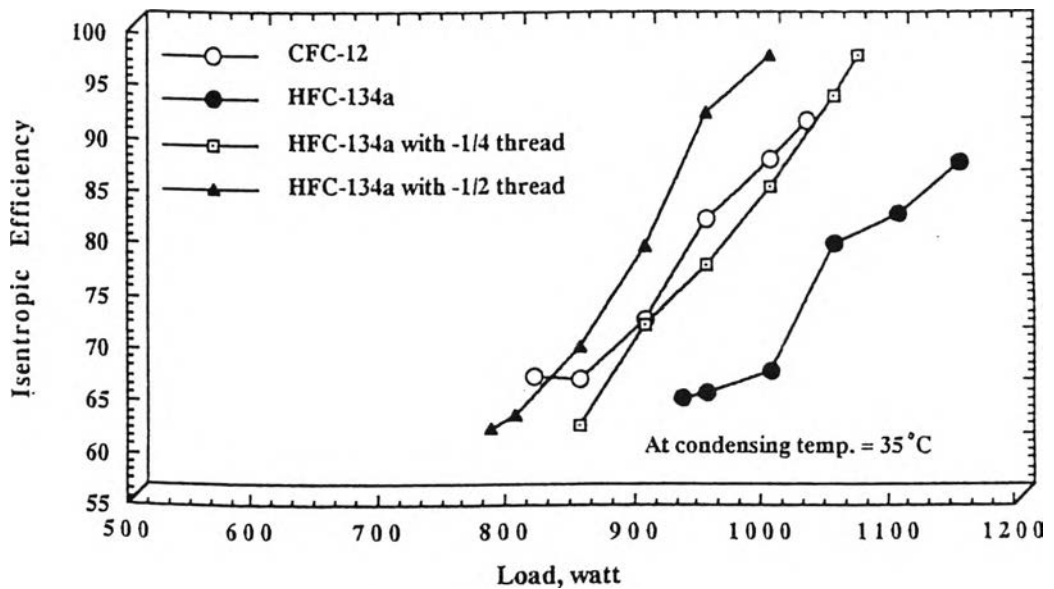
กราฟรูปที่ 4.1 แสดงค่างานที่ได้จากการอัดของคอมเพรสเซอร์เมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 33°C



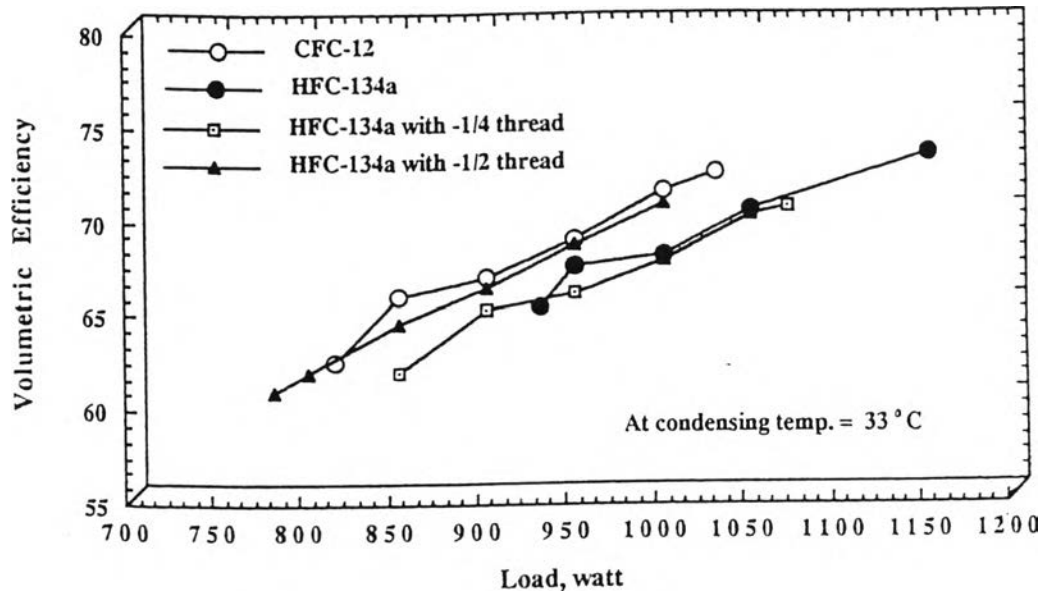
กราฟรูปที่ 4.2 แสดงค่างานที่ได้จากการอัดของคอมเพรสเซอร์เมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 35°C



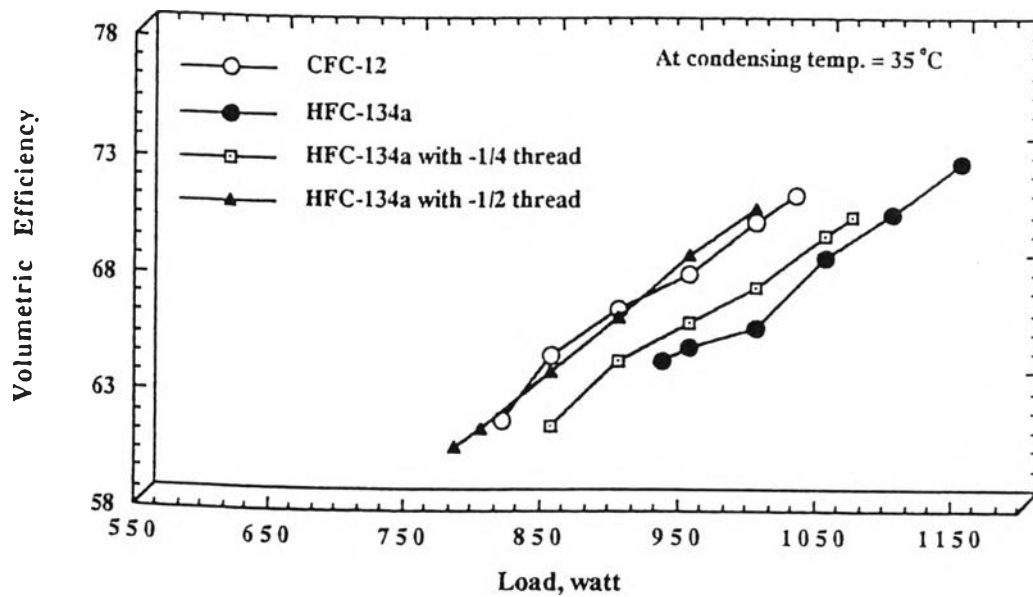
กราฟรูปที่ 4.3 แสดงค่าประสิทธิภาพทางไอเซนโทรฟิกของการอัดเมื่ออุณหภูมิในส่วระบายความร้อนอยู่ที่ 33°C



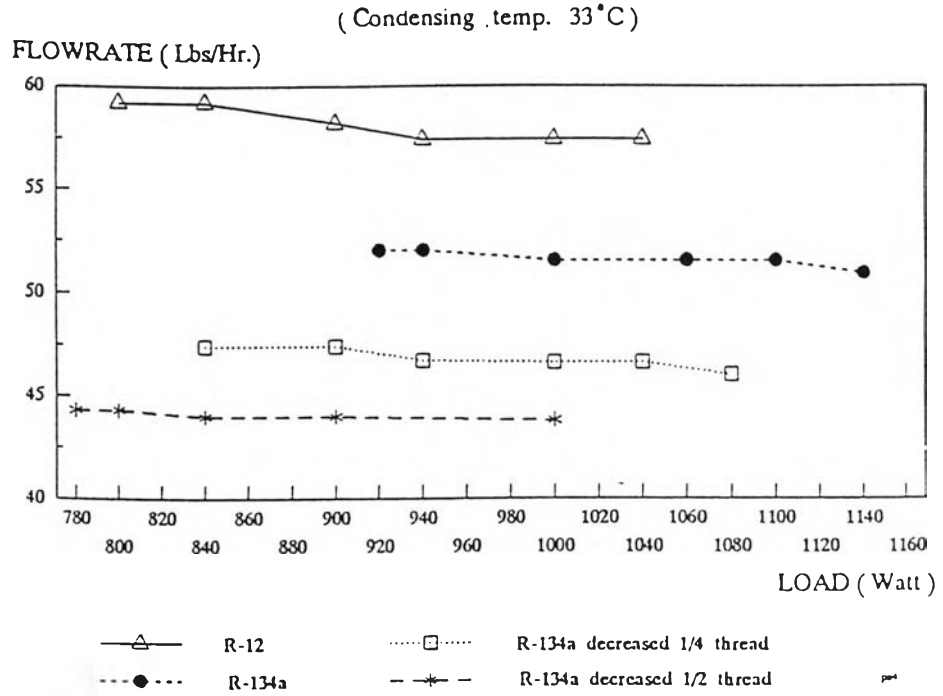
กราฟรูปที่ 4.4 แสดงค่าสัมประสิทธิภาพไอเซนโทรฟิกของการอัดเมื่ออุณหภูมิในส่วระบายความร้อนอยู่ที่ 35°C



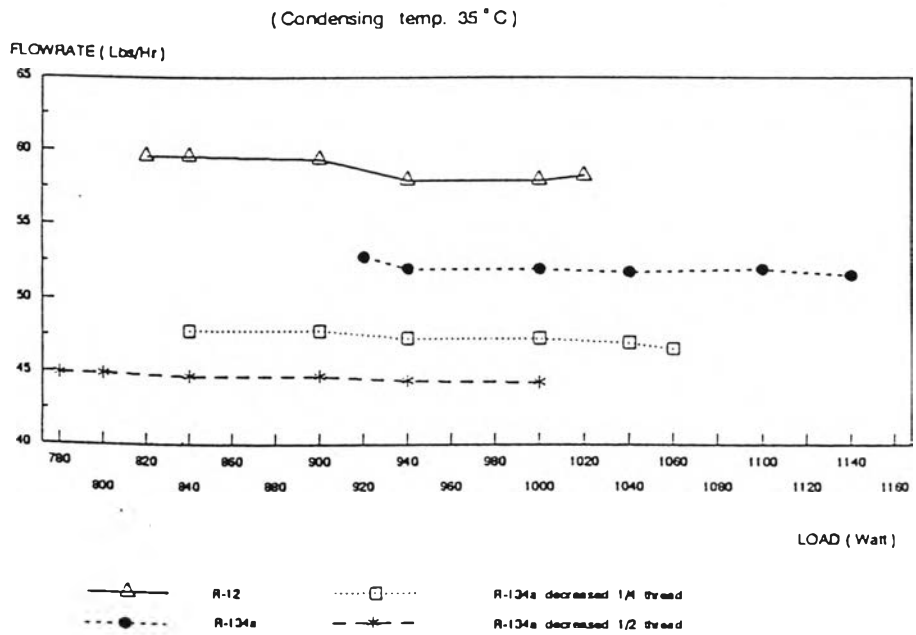
กราฟรูปที่ 4.5 แสดงค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตร เมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 33°C



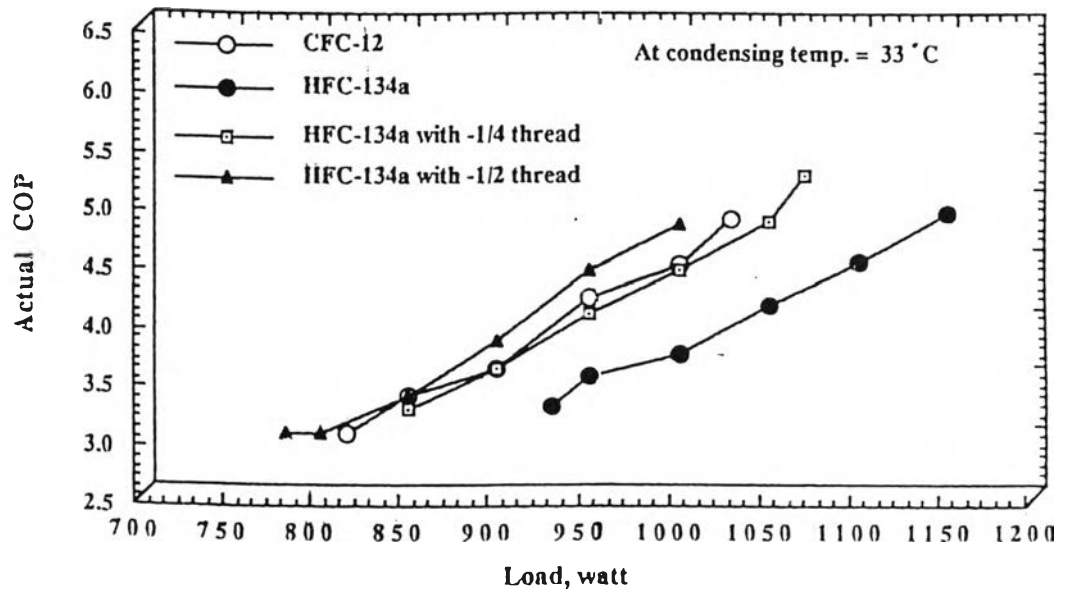
กราฟรูปที่ 4.6 แสดงค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตรเมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 35°C



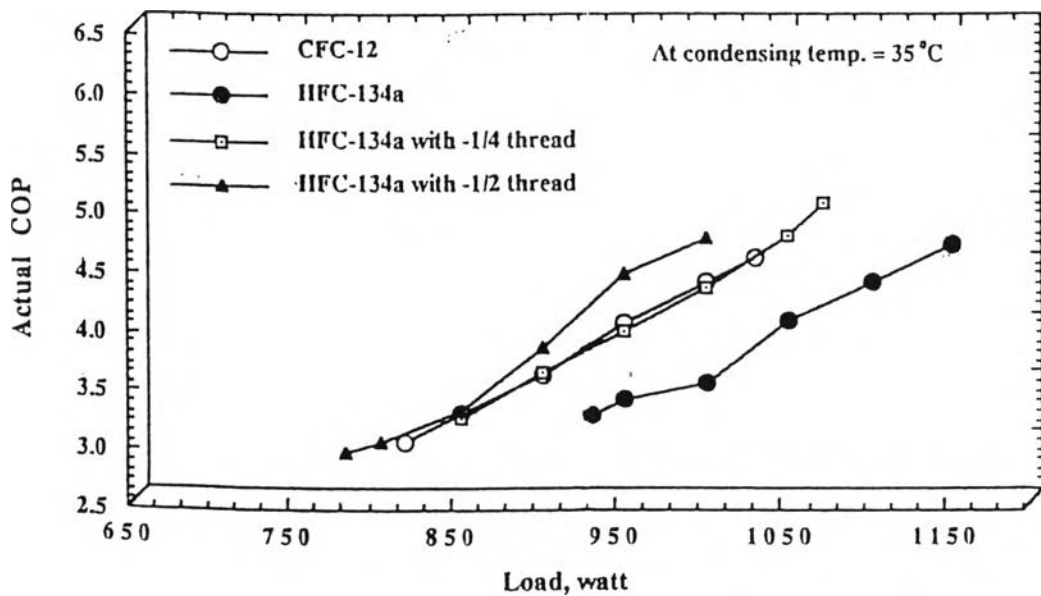
กราฟรูปที่ 4.7 แสดงค่าอัตราการไหลของสารทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อน อยู่ที่ 33°C



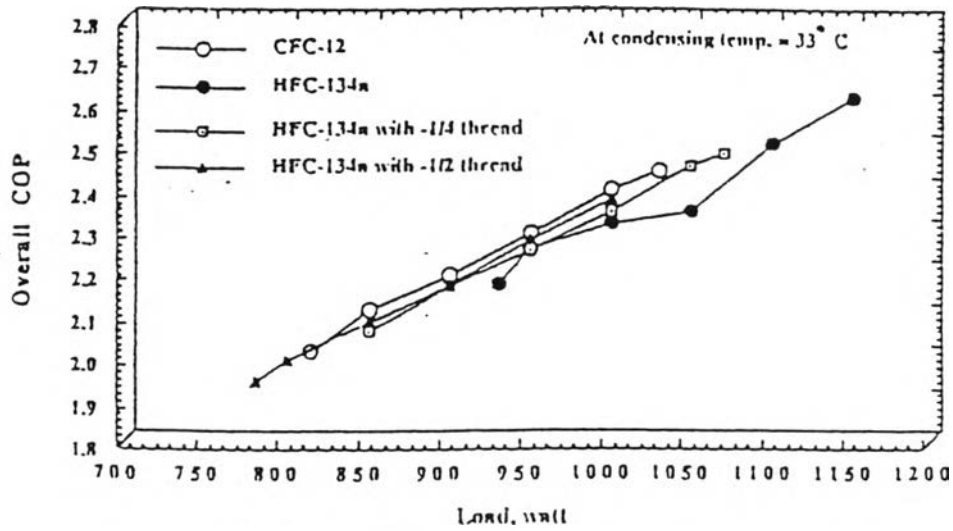
กราฟรูปที่ 4.8 แสดงค่าอัตราการไหลของสารทำความเย็นเมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อน อยู่ที่ 35°C



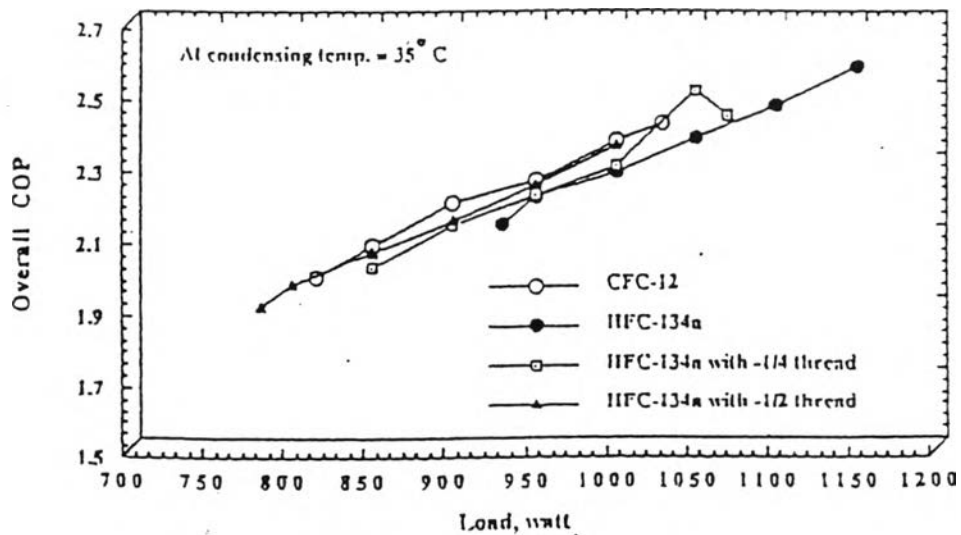
กราฟรูปที่ 4.9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 33°C



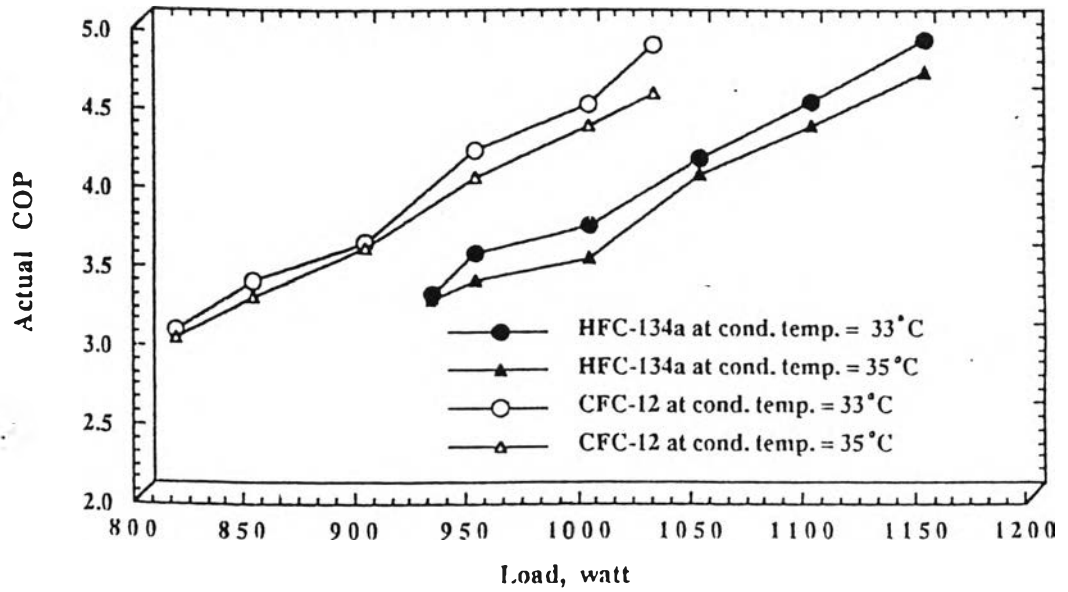
กราฟรูปที่ 4.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 35°C



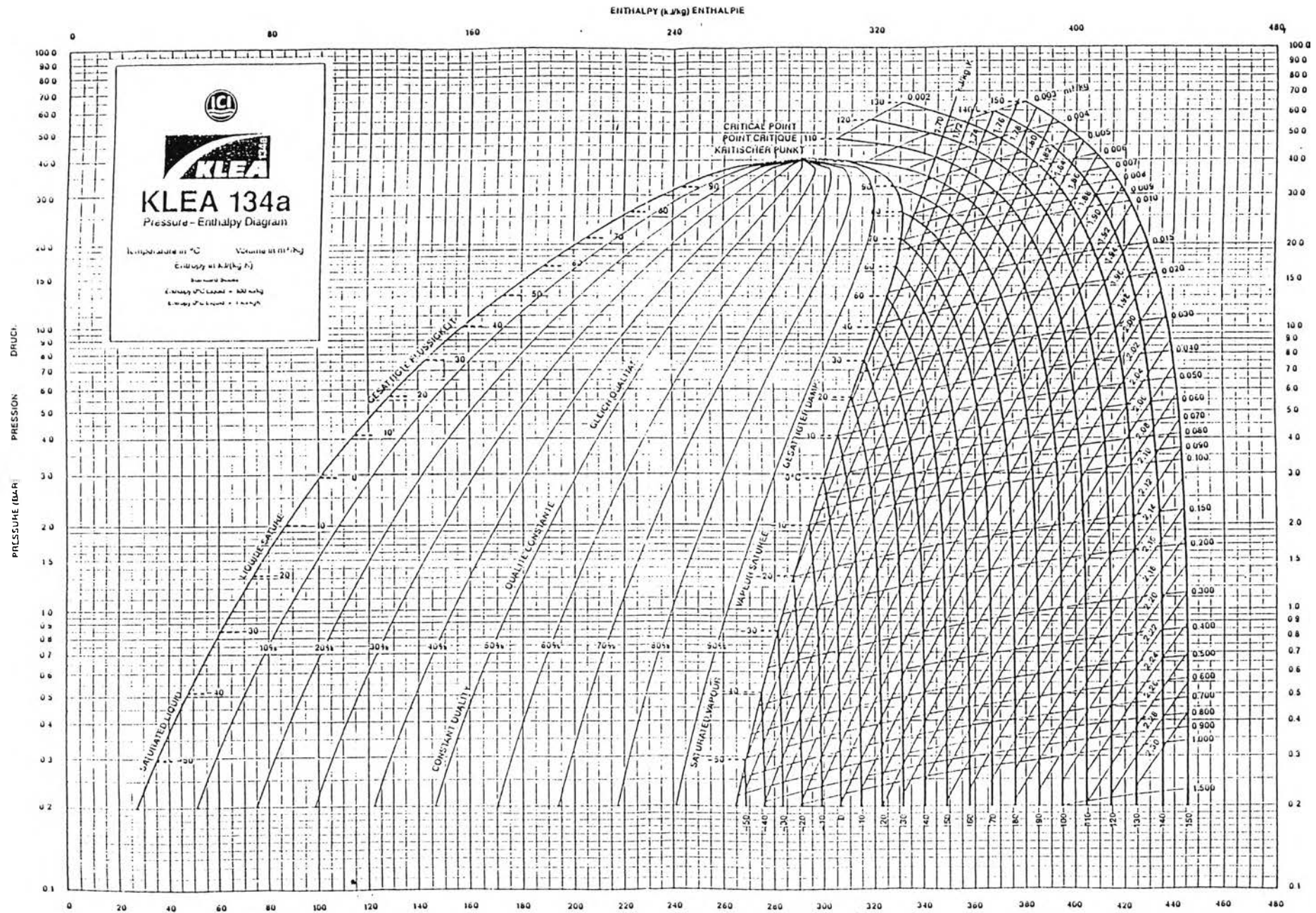
กราฟรูปที่ 4.11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะรวม เมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 33°C



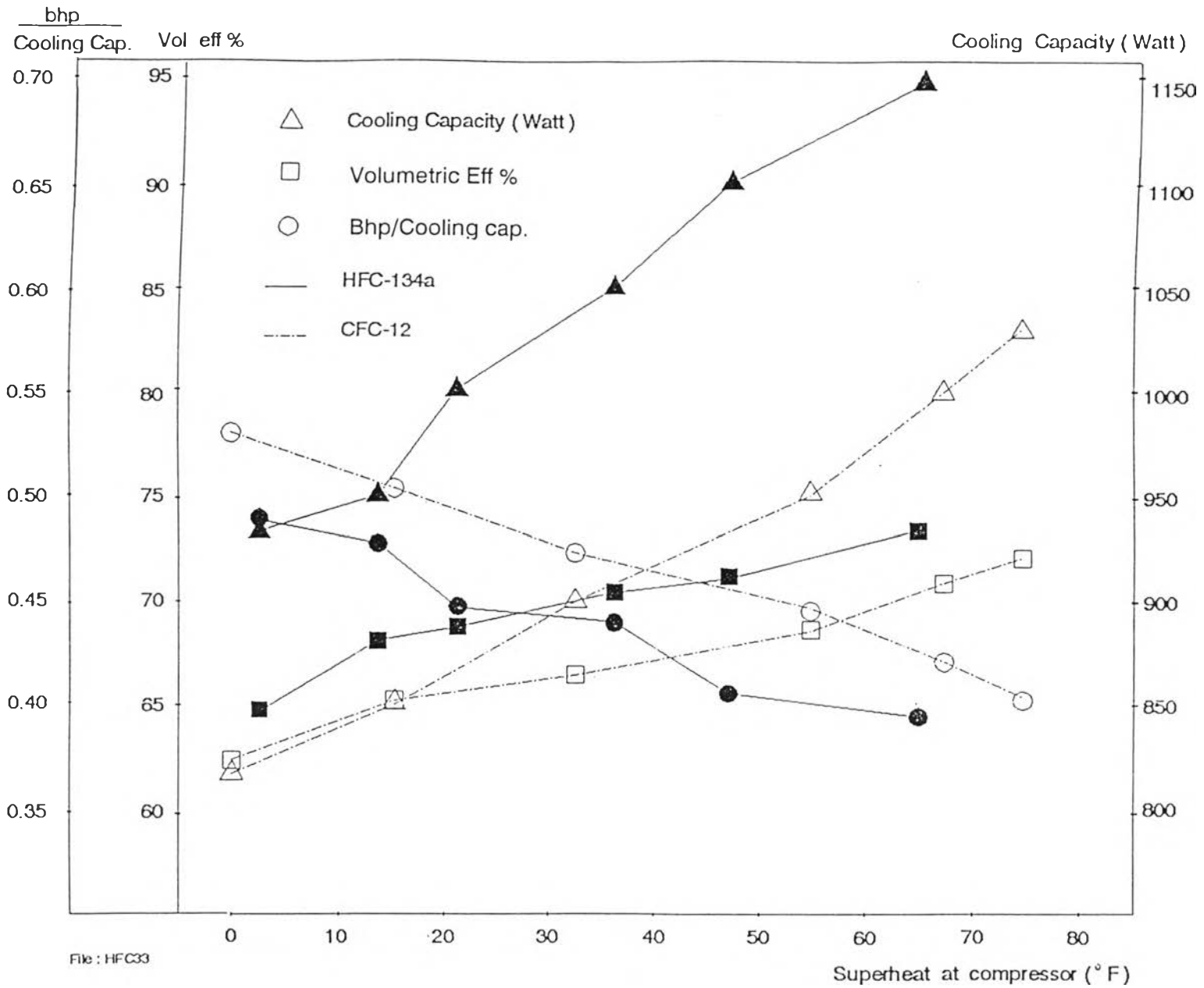
กราฟรูปที่ 4.12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะรวม เมื่ออุณหภูมิในส่วนระบายความร้อนอยู่ที่ 35°C



กราฟรูปที่ 4.18 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะในทางปฏิบัติ เมื่อเปรียบเทียบระบบของ CFC-12 กับ HFC-134a

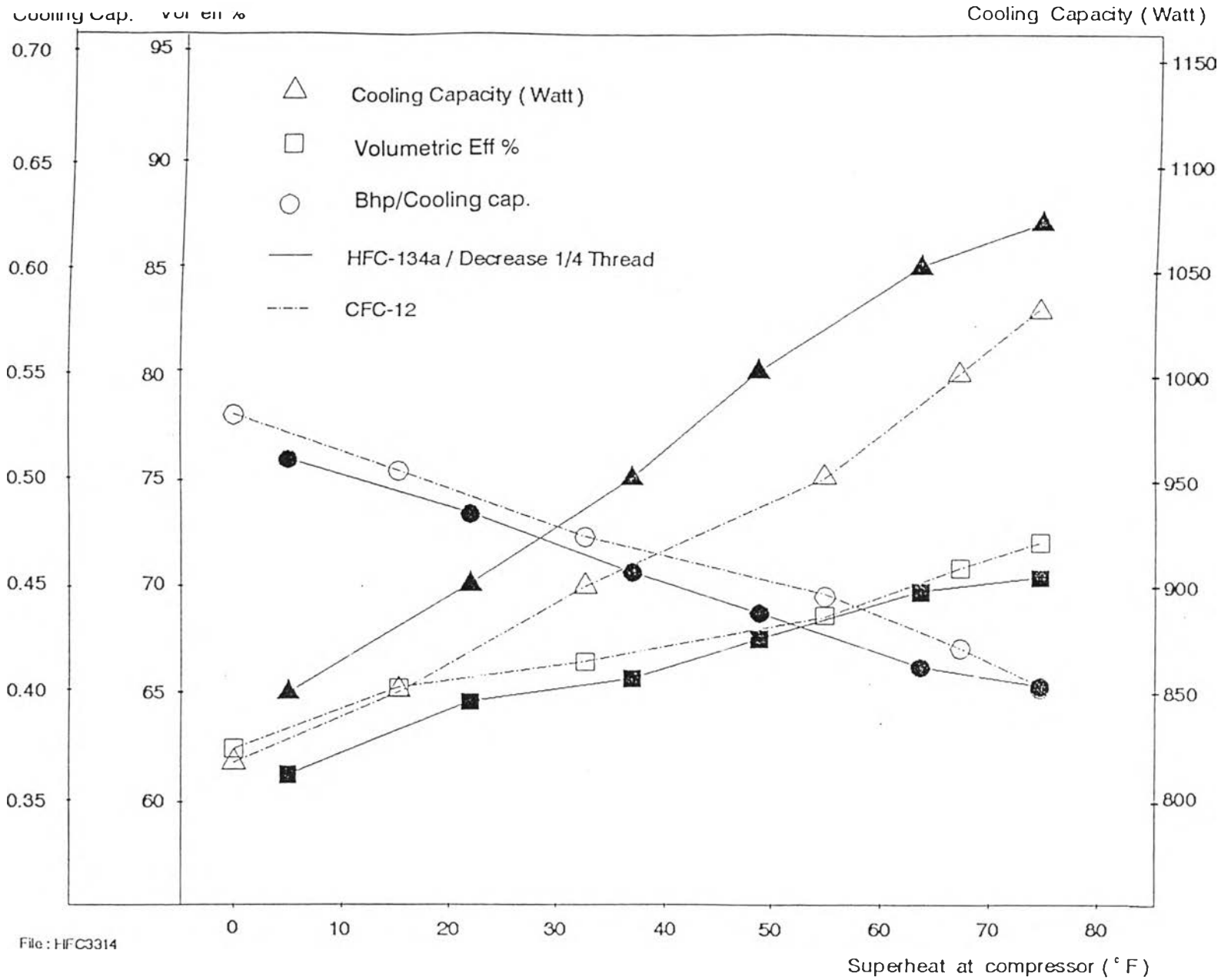


กราฟรูปที่ 4.14 แสดงวัฏจักรทำความเย็นขณะควบคุมอุณหภูมิการระเหยความร้อนเท่ากันและการทำความเย็นเดียวกัน

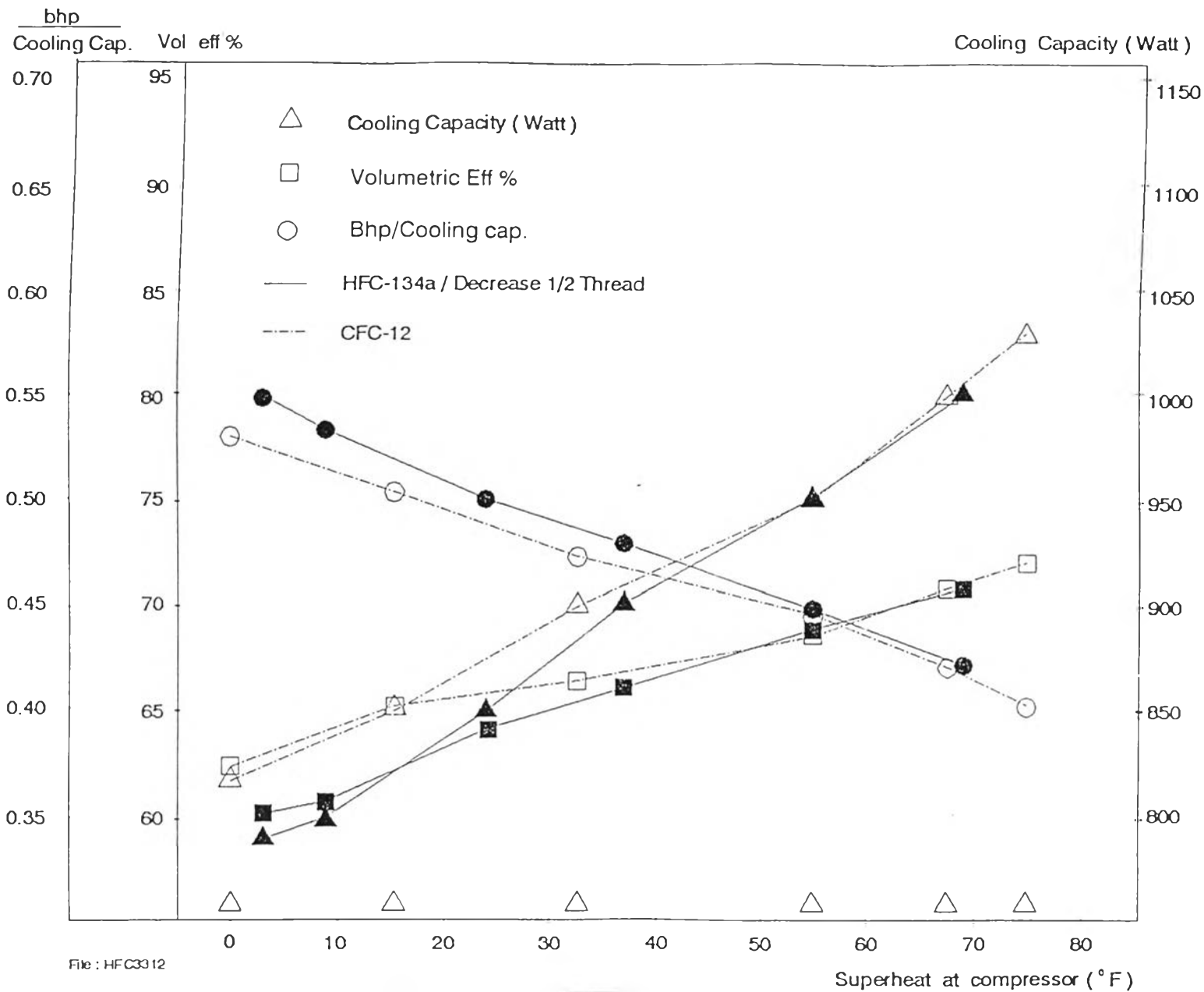


File : HFC33

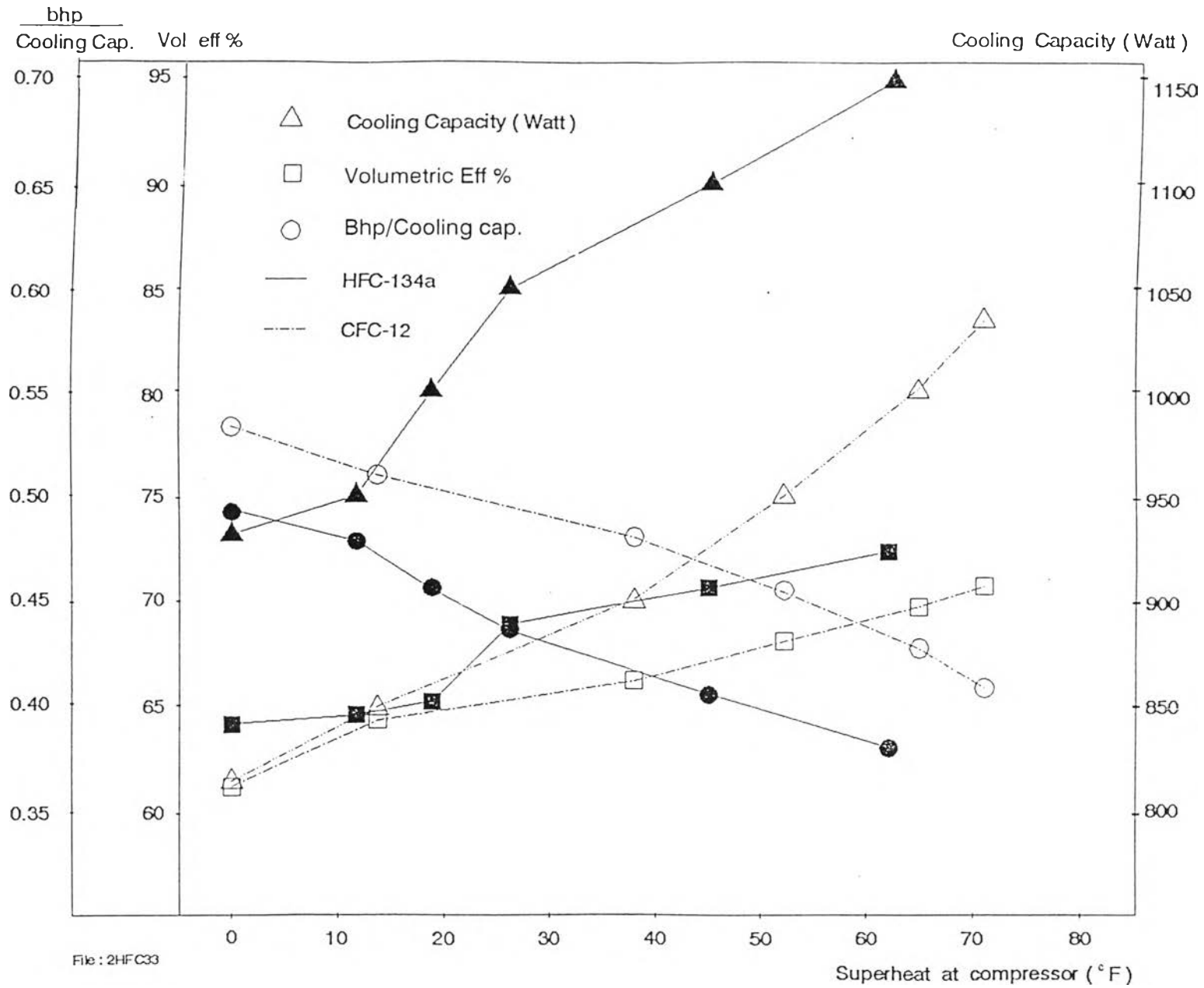
กราฟรูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 และ HFC-134a ที่อุณหภูมิไอร้อนยวดยิ่งต่างๆ โดยอุณหภูมิระบายความร้อนเท่ากับ 33 °C



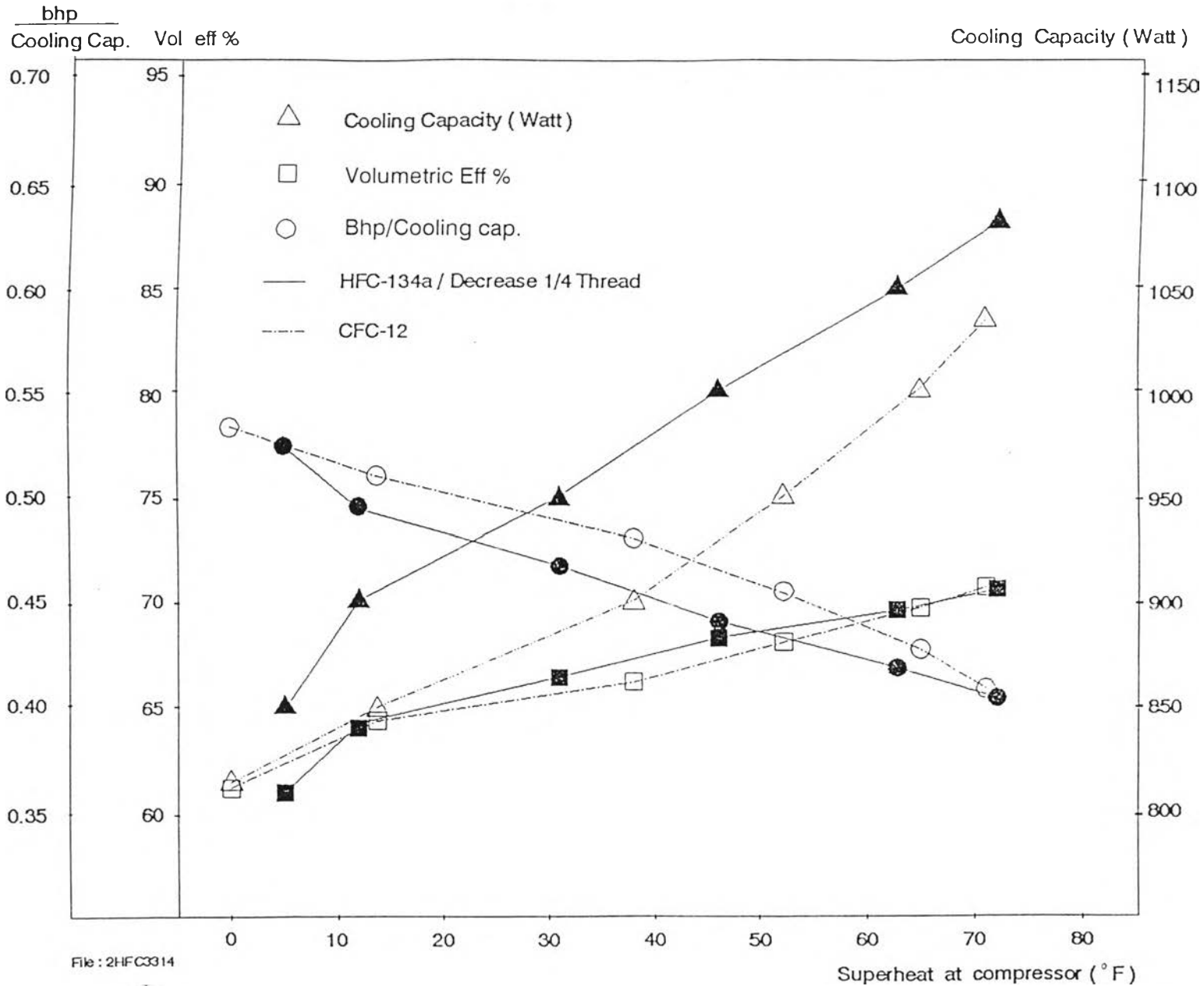
กราฟรูปที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 และ HFC-134a (ลดตัวปรับความดัน 1/4 รอบ) ที่อุณหภูมิไอร้อนยวดยิ่งต่างๆ โดยอุณหภูมิระบาย ความร้อนเท่ากับ 33 °C



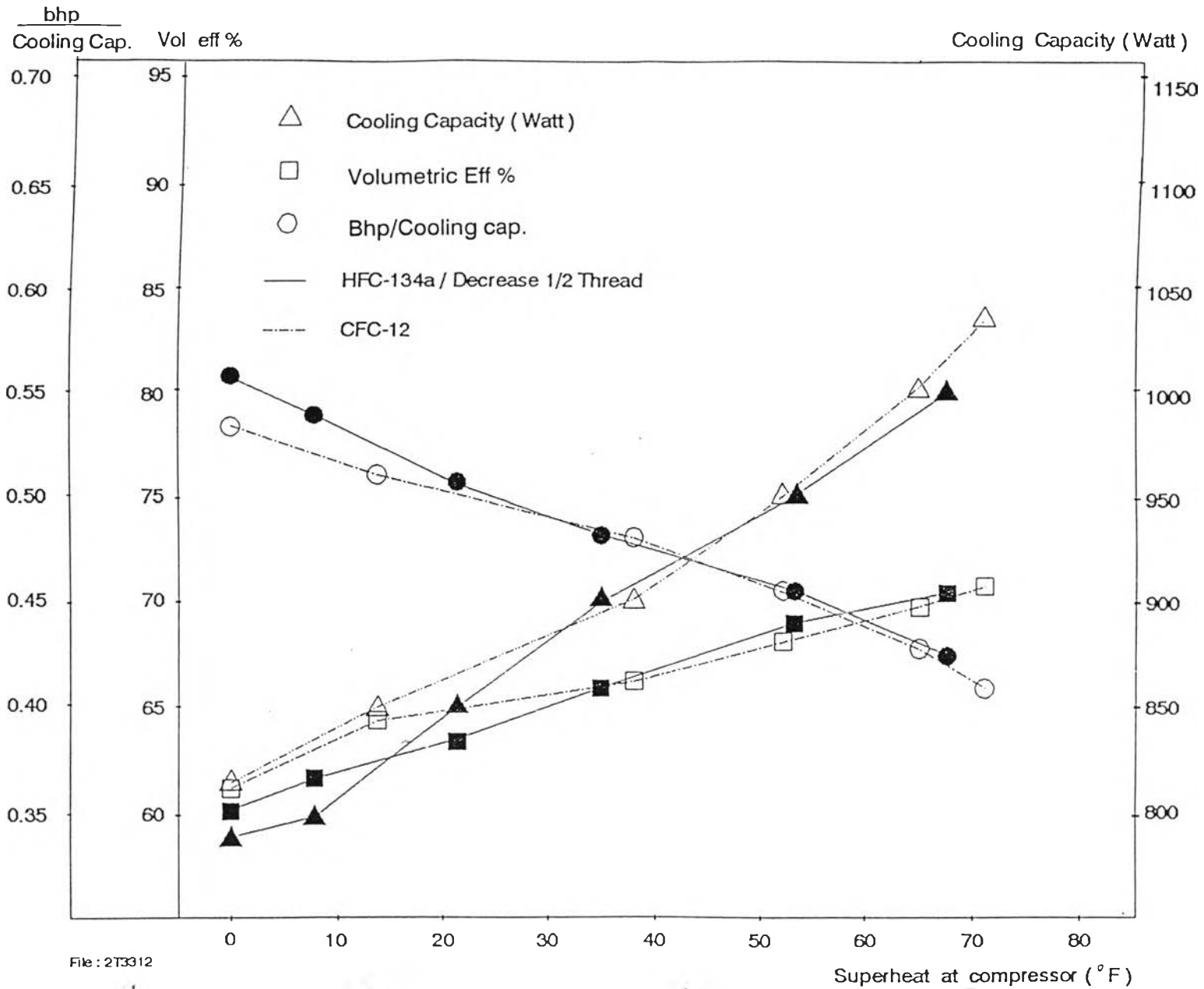
กราฟรูปที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 และ HFC-134a (ลดตัวปรับความดัน 1/2 รอบ) ที่อุณหภูมิไอร้อนยวดยิ่งต่างๆ โดยอุณหภูมิระบาย ความร้อนเท่ากับ 33 °C



กราฟรูปที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 และ HFC-134a ที่อุณหภูมิไอระเหยต่างกัน โดยอุณหภูมิระเหยความเย็นเท่ากับ 35 °C



กราฟรูปที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 และ HFC-134a (ลดตัวปรับความดัน 1/4 รอบ) ที่อุณหภูมิไอร้อนยวดยิ่งต่างๆ โดยอุณหภูมิระบาย ความร้อนเท่ากับ 35 °C



กราฟรูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์เมื่อใช้สารทำความเย็น CFC-12 และ HFC-134a (ลดตัวปรับความดัน 1/2 รอบ) ที่อุณหภูมิไอร้อนยวดยิ่งต่างๆ โดยอุณหภูมิระเหย ความร้อนเท่ากับ 35 °C

4.2 ผลการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์

การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์เป็นสิ่งที่ช่วยทำเราทราบสภาพการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่อใช้สารทำความเย็น HFC-134a เปรียบเทียบกับการใช้สารทำความเย็น CFC-12 โดย ในกรณีที่ใช้ HFC-134a เราใช้น้ำมันหล่อลื่น Castrol SW 68 ซึ่งเป็นน้ำมันหล่อลื่นประเภท โพลีเอสเตอร์ และ CFC-12 ใช้กับน้ำมันหล่อลื่น Zerice 68 ซึ่งเป็นประเภทน้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุธรรมดา

หลังจากเดินเครื่องทำความเย็นจำนวน 300 ชั่วโมง โดยมีการควบคุมสภาวะการใช้งานเดียวกัน เปลี่ยนลูกสูบและชุดซีลเป็นของใหม่เหมือนกัน อีกทั้งใช้กับเสื้อสูบชุดเดียวกันแล้วนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ววิเคราะห์หาคุณสมบัติซึ่งได้ผลการทดสอบเป็นดังนี้

4.2.1 การทดสอบปริมาณโลหะในน้ำมันโดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy (ICP) มีหน่วยเป็นส่วนหนึ่งในล้านส่วน (PPM) ค่าความแตกต่างของ ICP ก่อนและหลังใช้งานแสดงถึงปริมาณโลหะที่สึกหรอออกจากระบบ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.1 ค่า ICP ของโลหะที่น่าสนใจอยู่ 2 ชนิดคือ ของอลูมิเนียมและของทองแดง ซึ่งถือว่าเป็นโลหะที่เป็นส่วนประกอบหลักของเครื่องทำความเย็น

4.2.1.1 ปริมาณของอลูมิเนียม ก่อนและหลังการใช้งานในระบบ HFC-134a /Castrol SW 68 มีค่าเป็น 0 และ 14.14 PPM ตามลำดับ ส่วนของระบบ CFC-12/น้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ มีค่า เป็น 0 และ 2.29 PPM ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบของ CFC-12 / น้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ จะให้การ สึกหรอของส่วนที่เป็นอลูมิเนียมน้อยกว่าระบบของ HFC-134a/โพลีเอสเตอร์ ออโต้

4.2.1.2 ปริมาณของทองแดง สารทำความเย็นถูกนำไปส่วนต่าง ๆ ของ ระบบ โดยผ่านท่อทองแดงซึ่งมีของผสมระหว่างสารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่นสัมผัสที่ผิวตลอดเวลา จากการหาปริมาณทองแดงในน้ำมันหล่อลื่น พบว่าในระบบของ HFC-134a/โพลีเอสเตอร์ ออโต้

มีค่า เป็น 8.41 PPM ในขณะที่ปริมาณทองแดงในระบบ CFC-12 / น้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ มีค่าเป็น 57.59 PPM ซึ่งมียค่าสูงกว่ามาก

4.2.2 การเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่นเนื่องจากการใช้งาน วัดได้โดยค่า Neutralization เนื่องจากน้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมสภาพมีลักษณะเป็นกรดได้โดยปกติความชื้นและอุณหภูมิ การใช้งานที่ทำให้ออกซิเจนในระบบทำปฏิกิริยากับน้ำมันได้เป็นกรด เป็นผลให้น้ำมันหล่อลื่นสูญเสียสภาพของการหล่อลื่นค่า Neutralization ของน้ำมันทั้งสองชนิดก่อนและหลังการใช้งานมีค่าน้อยมากและไม่แตกต่างกันแสดงว่าระหว่างการใช้งาน น้ำมันไม่มีการทำปฏิกิริยากับความชื้นซึ่งเกิดจากระบบที่ไม่มีการรั่วซึมและมีการทำสูญญากาศที่ดีก่อนการบรรจุน้ำมันเข้าในเครื่องทำความเย็น

4.2.3 ความหนืดของน้ำมัน (Viscosity) เป็นค่าที่แสดงความหนาของฟิล์มน้ำมัน เพื่อป้องกันการเสียดสีกัน ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นยังมีค่าสูง ทำให้มีฟิล์มที่ป้องกันการเสียดสีหนาขึ้น แต่ถ้าบางเกินไปก็จะไม่สามารถเกาะติดที่ผิวได้ ทำให้เกิดการเสียดสีขึ้นได้ ดังนั้นการใช้น้ำมันหล่อลื่นควรเลือกใช้ความหนืดที่เหมาะสม นอกจากนี้ค่าความหนืดยังแปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิและปริมาณสารทำความเย็นที่ละลายอยู่ในน้ำมันนั้นด้วย จากการทดลองโดยใช้น้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์ที่มีความหนืดเท่ากัน แต่เมื่อใช้งานแล้วพบว่าความหนืดของน้ำมัน โพลีเอสเตอร์ ออลซี ที่อุณหภูมิ 40°C มีค่าสูงขึ้นประมาณ 18 % ในขณะที่ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ ที่อุณหภูมิ 40°C มีค่าต่ำลง 26%

4.2.4 จุดวาบไฟ (Flash Point) คืออุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมันที่ติดไฟได้จากไอของน้ำมันที่ลุกเป็นไฟเพียงแวบเดียว จุดวาบไฟของน้ำมันชนิดนั้นๆจะมีค่าคงที่เสมอ ยกเว้นเมื่อมีสารอื่นผสมอยู่จะทำให้จุดวาบไฟเปลี่ยนไป จากผลการวัดจุดวาบไฟของ โพลีเอสเตอร์ ออลซี ก่อนและหลังการเดินเครื่องพบว่าไม่เปลี่ยนแปลงแต่สำหรับของ น้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ มีจุดวาบไฟสูงขึ้น 10°C

จากผลการทดลอง 4.2.3 และ 4.2.4 ที่แสดงให้เห็นว่าความหนืดของ น้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ มีค่าลดลง และจุดวาบไฟของ น้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ ที่เพิ่มสูงขึ้นหลังจากการใช้งาน ต่างมีผลมาจากน้ำมัน น้ำมันหล่อลื่นแร่ธาตุ ที่ถูกนำไปวิเคราะห์มีส่วนของสารทำความเย็น CFC-12 ละลายอยู่มาก ดังนั้นจึง พบว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ทางผู้ผลิตแนะนำมาคือ สารทำความเย็น HFC-134a มีความสามารถในการรวมตัวกับโพลีเอสเตอร์ออลีย์ดีน้อยกว่าการรวมตัวของ CFC-12 ในน้ำมันแร่ธาตุ

4.2.5 ปริมาณซัลเฟอร์และน้ำไม่พบทั้งก่อนและหลังการทดลองในระบบของ CFC-12 และ HFC-134a ดังนั้นจึงไม่ก่อให้เกิดกรดที่จะทำความเสียหายกับโลหะได้

TEST ITEM	TEST METHOD	โพลีเอสเตอร์	โพลีเอสเตอร์	น้ำมันหล่อลื่น	น้ำมันหล่อลื่น
		ออลดี	ออลดี	แร่ธาตุ	แร่ธาตุ
		NEW OIL	USED OIL	NEW OIL	USED OIL
1. ICP, ppm	-Ag ASTM D - 4951	NIL	3.58	6.00	1.55
	-Al	NIL	14.14	NIL	2.29
	-Cr	NIL	4.64	0.36	1.98
	-Cu	NIL	8.41	0.60	57.59
	-Fe	NIL	4.94	0.51	0.58
	-Zn	NIL	3.94	NIL	6.35
	2. NEUTRALIZATION NO, mg KOH/g		0.07	0.07	0.07
3. VISCOSITY, cSt	@ 40'C ASTM D - 974	66.80	80.42	67.53	49.97
4. FLASH POINT (COC), 'C	ASTM D -92	258	258	194	204
5. COLOUR	ASTM D-1500	L 0.5	L 1.5	L 1.5	L 2.0
6. WATER : CRACKLE	AMS 150.09	DRY	DRY	DRY	DRY
7. POUR POINT	ASTM D - 1500	< - 35	- 33	- 30	- 33
8. SULFUR BY X-RAY, % Wt.	ASTM D - 4294	0.3	-	-	-

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์

4.3 ผลการทดลองเมื่อพิจารณาการสึกหรอของลูกสูบและชุดซีล

ผลของการพิจารณาการสึกหรอของลูกสูบคอมเพรสเซอร์ (NO. 43) ของรูปที่ 3.4 และชุดซีล (NO. 7) ของรูปที่ 3.4 ได้ถูกทดลองโดยมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เช่น มีการเปลี่ยนเป็นชุดใหม่ก่อนนำมาทดลอง การเดินเครื่องทำความเย็นด้วยขนาดการทำความเย็นที่เท่ากัน, เสื่อสูบ ใช้ชุดเดินและจำนวนชั่วโมงการทำงานที่เท่ากัน

การตรวจคุณภาพของลูกสูบ หลังจากทดลองแล้วลักษณะภายนอกไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมอย่างเด่นชัด ดังรูปที่ 4.21 - 4.28 แต่จากการใช้ กล้องสเตอริโอสโคป (รูปที่ 4.29) สำหรับการตรวจสอบสภาพผิวโลหะสามารถพบการสึกหรอได้ชัดเจนขึ้น ดังรูปที่ 4.30 - 4.41 โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 รูปที่ 4.30 ถึง 4.33 แสดงภาพขยายขนาด 120 เท่าของลูกสูบคอมเพรสเซอร์ก่อนและหลังการใช้งานกับระบบที่ใช้ CFC-12 / น้ำมันแร่ธาตุและระบบที่ใช้ HFC-134a/ โพลีเอสเตอร์ออลย์ พบว่าสภาพผิวลูกสูบที่เป็นโลหะอูมิเนียมมีการสึกหรอหลังการใช้งานลักษณะเดียวกันคือเกิดรอยขีดที่ผิวแต่เมื่อเปรียบเทียบในกรณีของลูกสูบที่ใช้กับ HFC-134a พบว่ารอยขีดมีจำนวนมากกว่าของลูกสูบที่ใช้กับระบบ CFC-12

4.3.2 รูปที่ 4.34 ถึง 4.37 แสดงภาพขยายขนาด 360 เท่าของชุดซีลทองเหลืองก่อนและหลังการใช้งานกับระบบที่ใช้ CFC-12 / น้ำมันแร่ธาตุ และ ระบบที่ใช้ HFC-134a / โพลีเอสเตอร์ออลย์ พบว่าสภาพผิวโลหะทองแดงก่อนและหลังการใช้งานมีการสึกหรอที่เห็นได้ชัดในชุดซีลทองเหลืองที่ใช้งานกับระบบ CFC-12 ในส่วนของซีลทองแดงที่ใช้ในระบบ HFC-134a พบเพียงสีผิวที่เข้มขึ้นเท่านั้น

4.3.3 รูปที่ 4.38 ถึง 4.41 แสดงภาพขยายขนาด 630 เท่า ของชุดซีลเหล็กกล้าก่อนและหลังการใช้งานกับระบบที่ใช้ CFC-12/ น้ำมันแร่ธาตุและระบบที่ใช้ HFC-134a/ โพลีเอสเตอร์ออลย์ พบการสึกหรอที่เกิดจากการเสียดสีในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.21 แสดงลูกสูบใหม่ที่ยังไม่ได้ใช้งาน



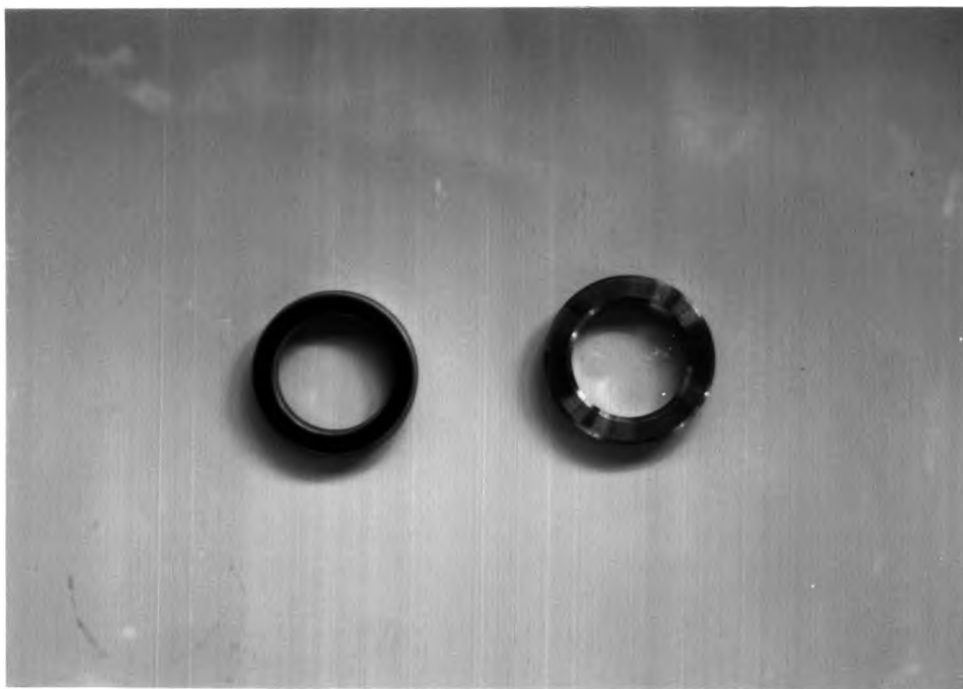
รูปที่ 4.22 แสดงลูกสูบที่ใช้งานกับระบบของ CFC-12



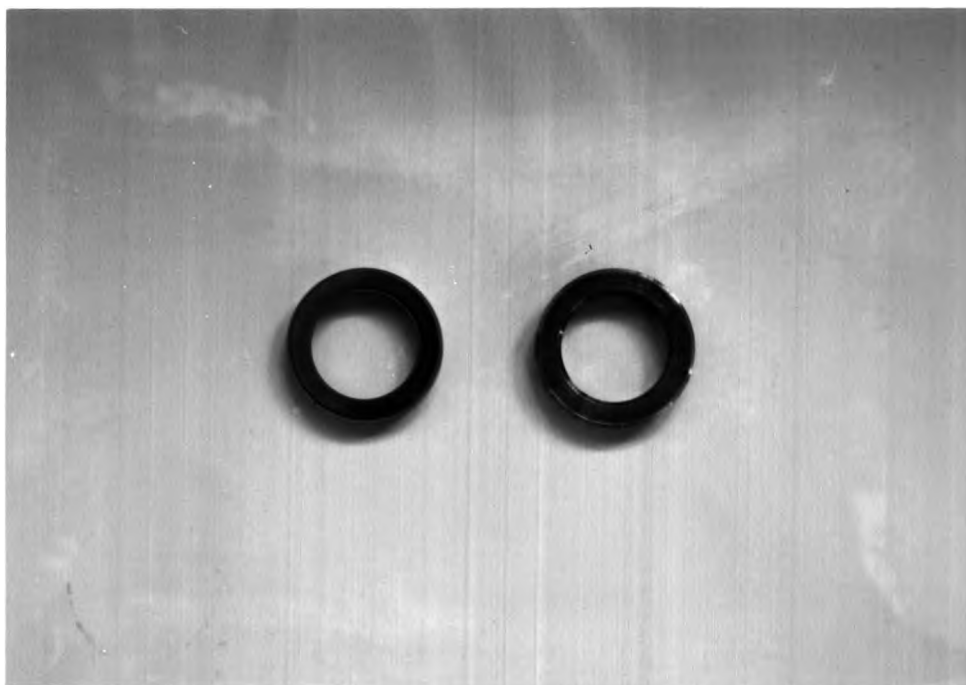
รูปที่ 4.23 แสดงลูกสูบใหม่ที่ยังไม่ใช้งาน



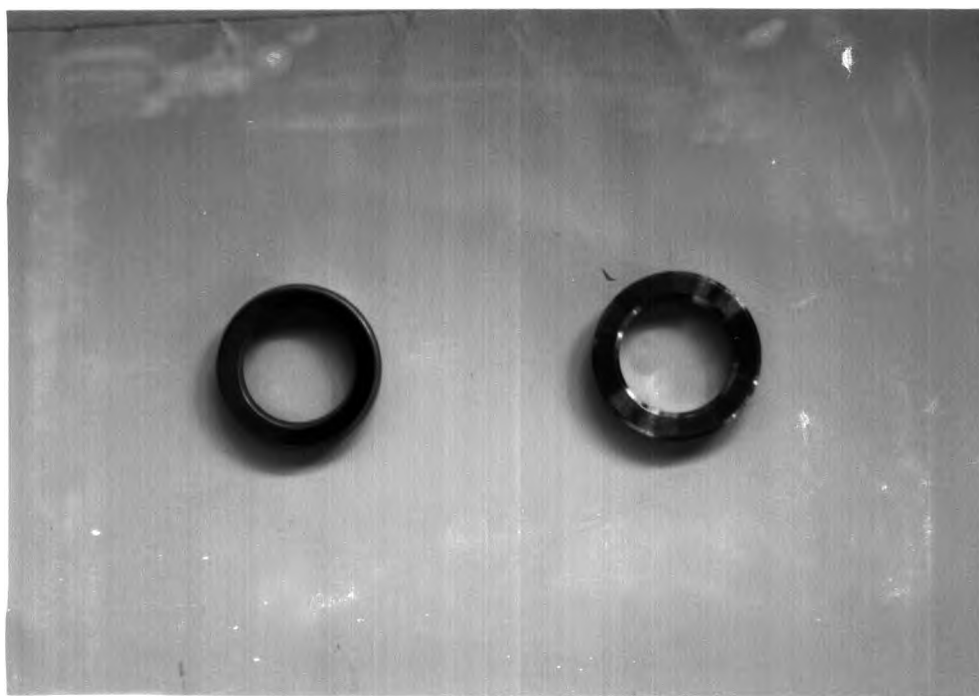
รูปที่ 4.24 แสดงลูกสูบที่ใช้งานกับระบบของ HFC-134a



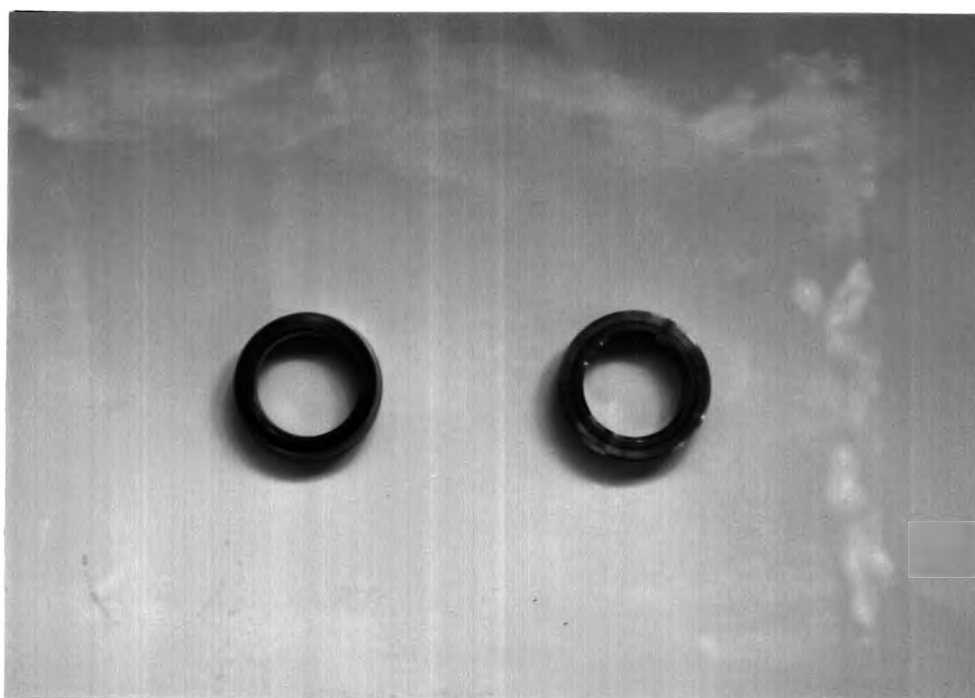
รูปที่ 4.25 แสดงชุดซีลใหม่ที่ยังไม่ใช้งาน



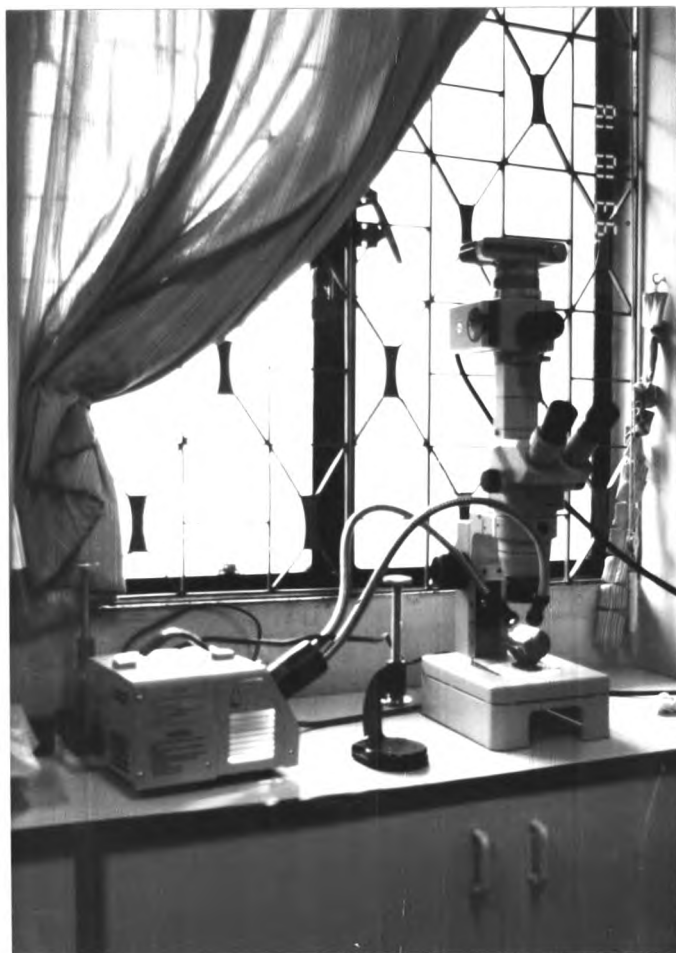
รูปที่ 4.7 แสดงชุดซีลที่ใช้งานกับระบบของ CFC-12



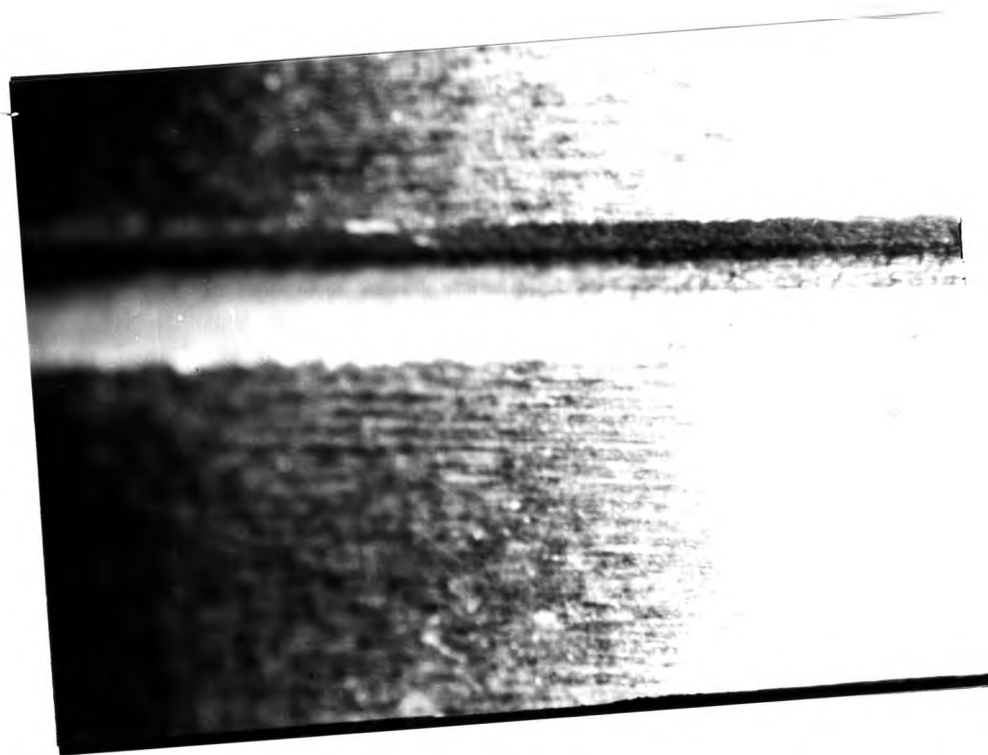
รูปที่ 4.27 แสดงชุดซีลใหม่ที่ยังไม่ได้ใช้งาน



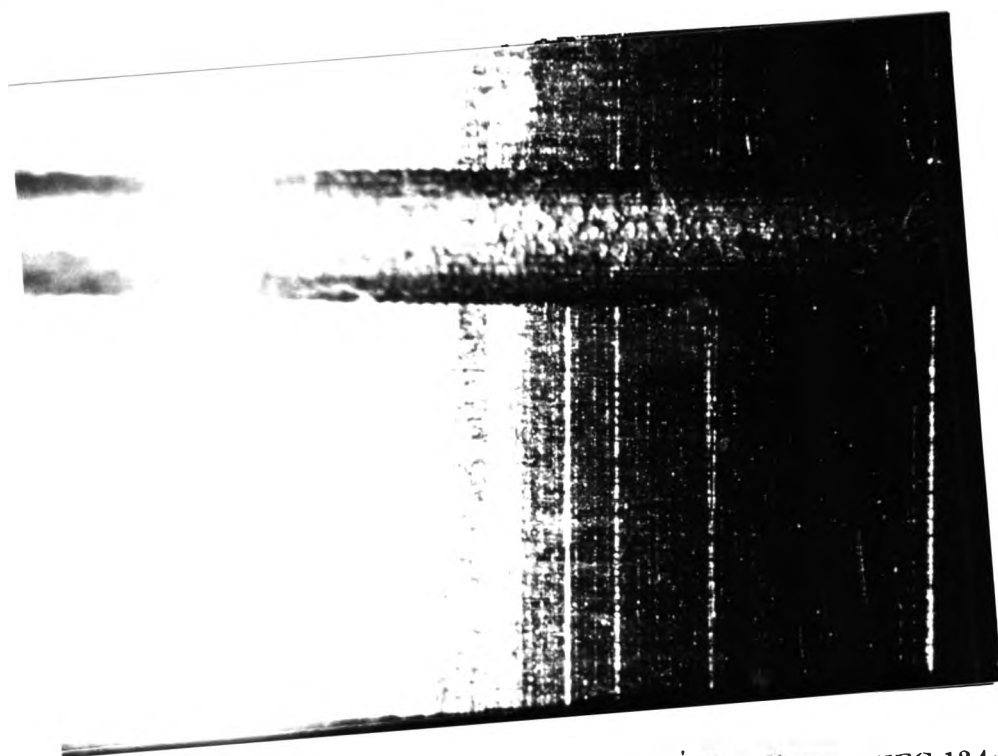
รูปที่ 4.28 แสดงชุดซีลที่ใช้งานกับระบบของ HFC-134a



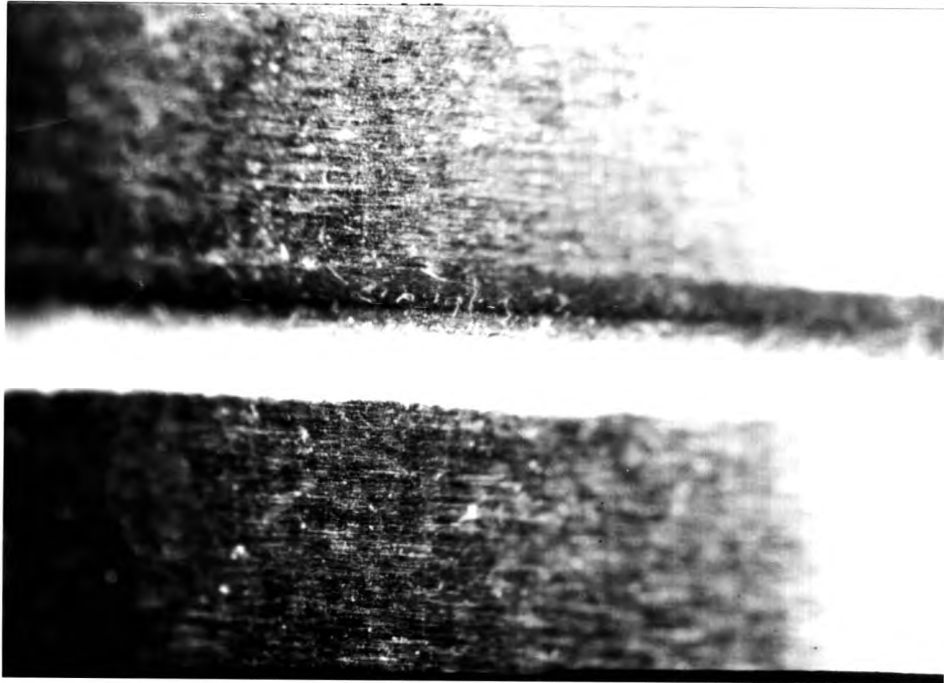
รูปที่ 4.29 แสดงกล้อง STERIO SCOPE



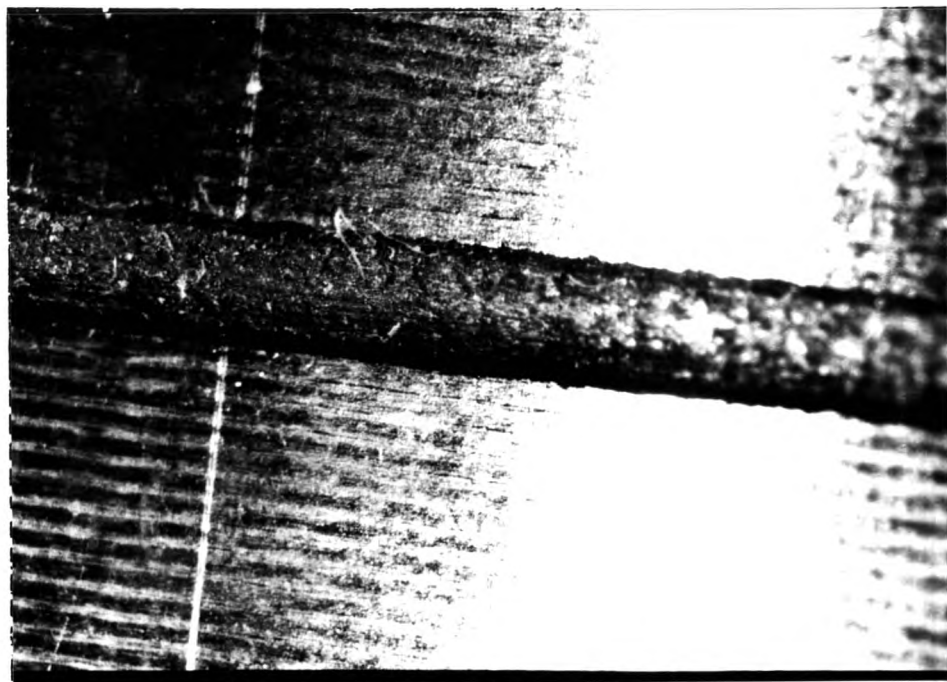
รูปที่ 4.30 แสดงการขยาย 120 เท่าของลูกสูบคอมเพรสเซอร์ที่ยังไม่ใช้งาน



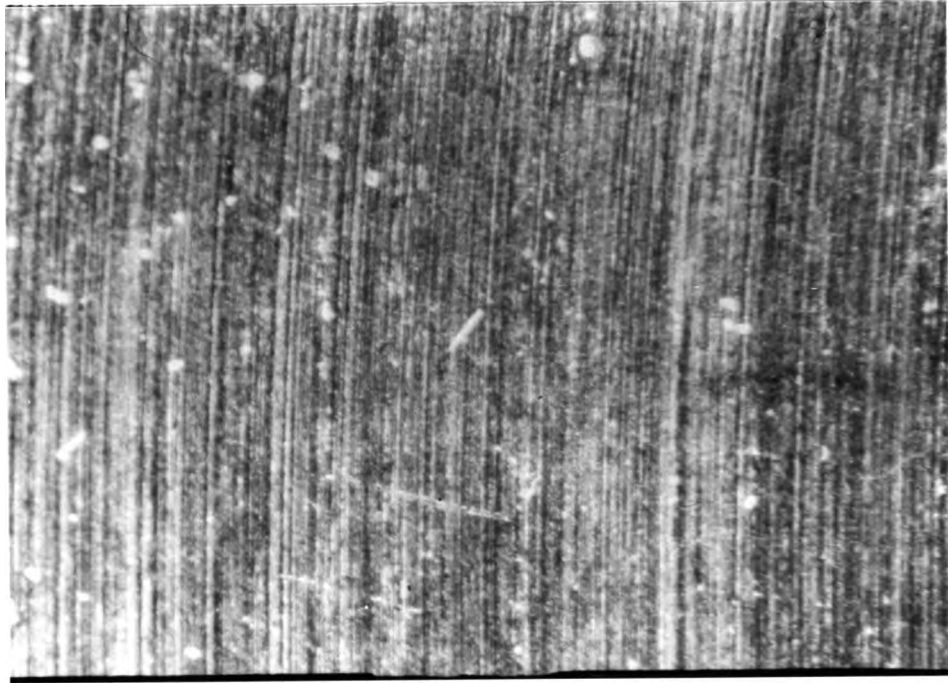
รูปที่ 4.31 แสดงภาพขยาย 120 เท่าของลูกสูบคอมเพรสเซอร์ที่ใช้งานกับระบบ HFC-134a



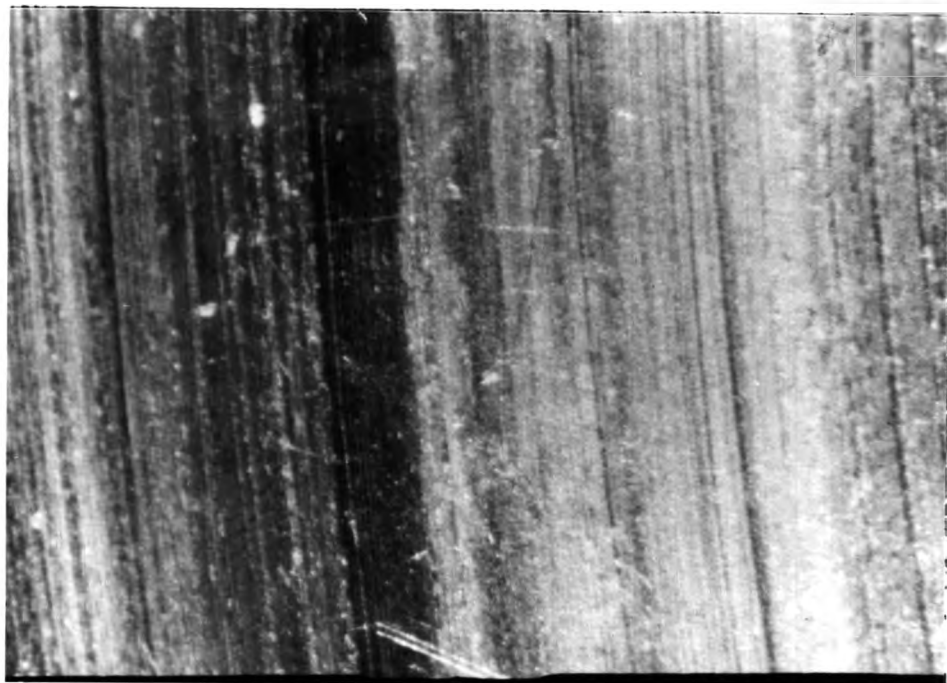
รูปที่ 4.32 แสดงภาพขยาย 120 เท่าของลูกสูบคอมเพรสเซอร์ที่ยังไม่ใช้งาน



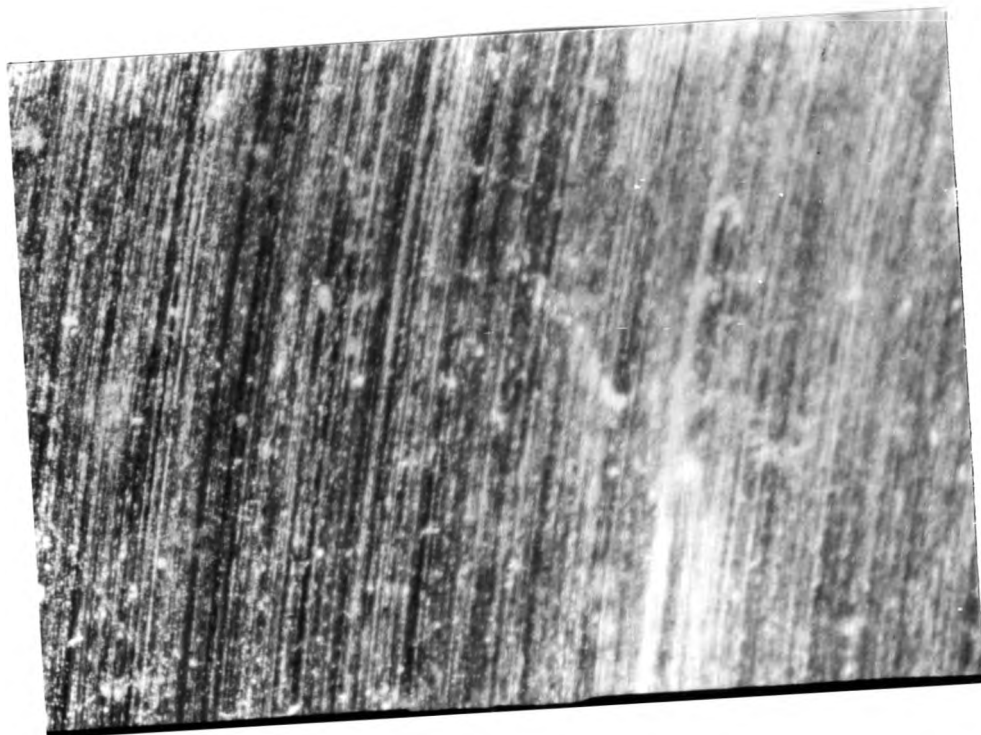
รูปที่ 4.33 แสดงภาพขยาย 120 เท่าของลูกสูบคอมเพรสเซอร์ที่ใช้งานกับระบบ CFC-12



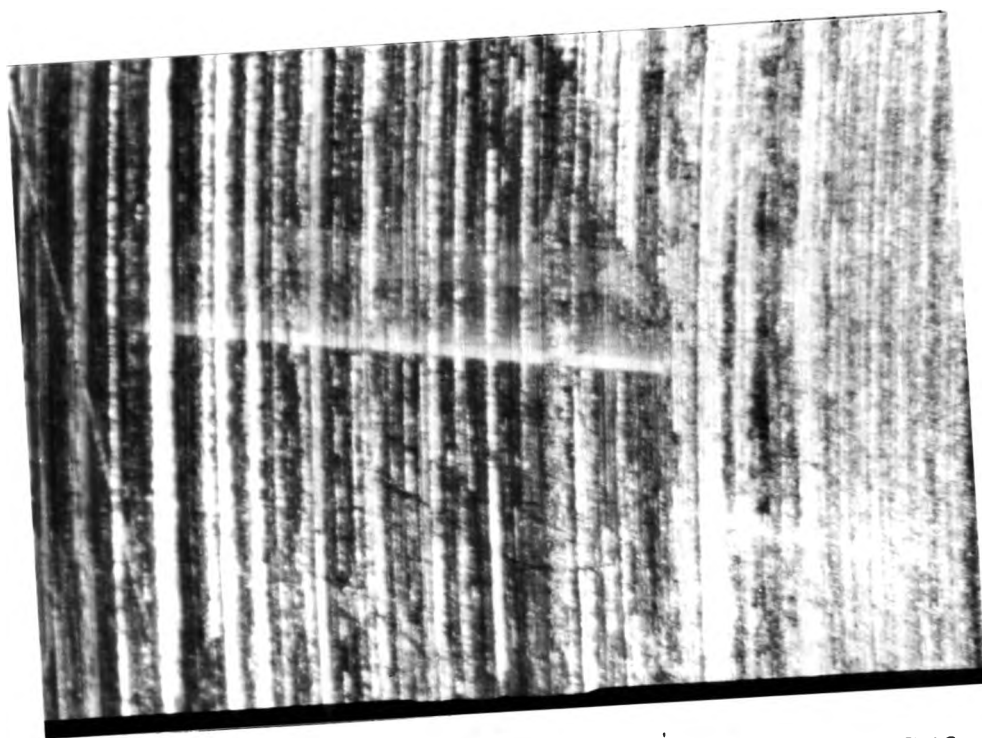
รูปที่ 4.34 แสดงภาพขยาย 630 เท่าของชุดซีลทองเหลืองที่ยังไม่ใช้งาน



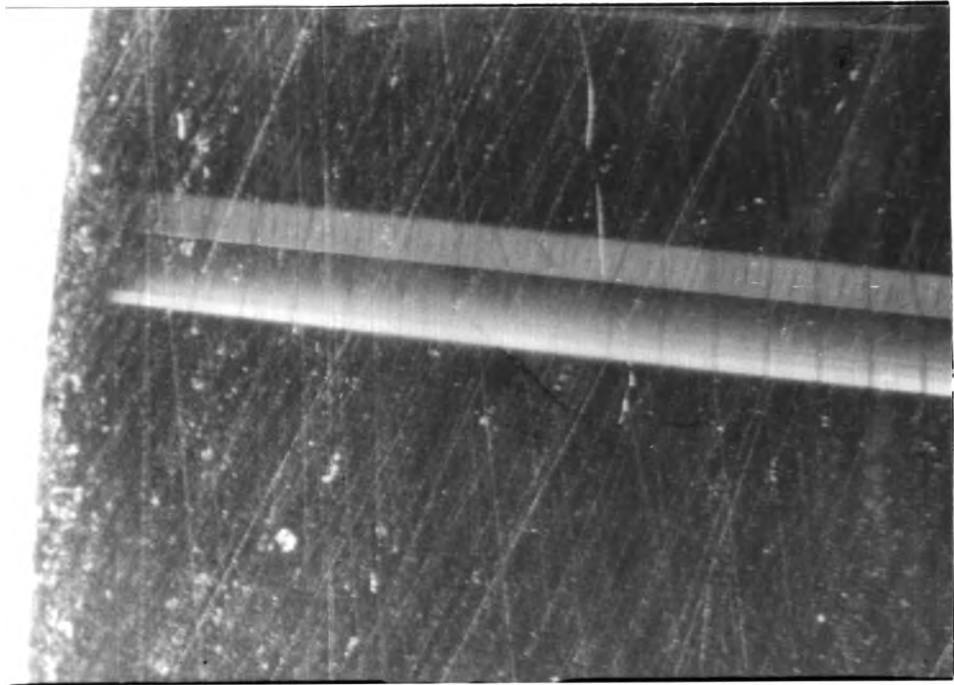
รูปที่ 4.35 แสดงภาพขยาย 630 เท่าของชุดซีลทองเหลืองที่ใช้งานกับระบบ HFC-134a



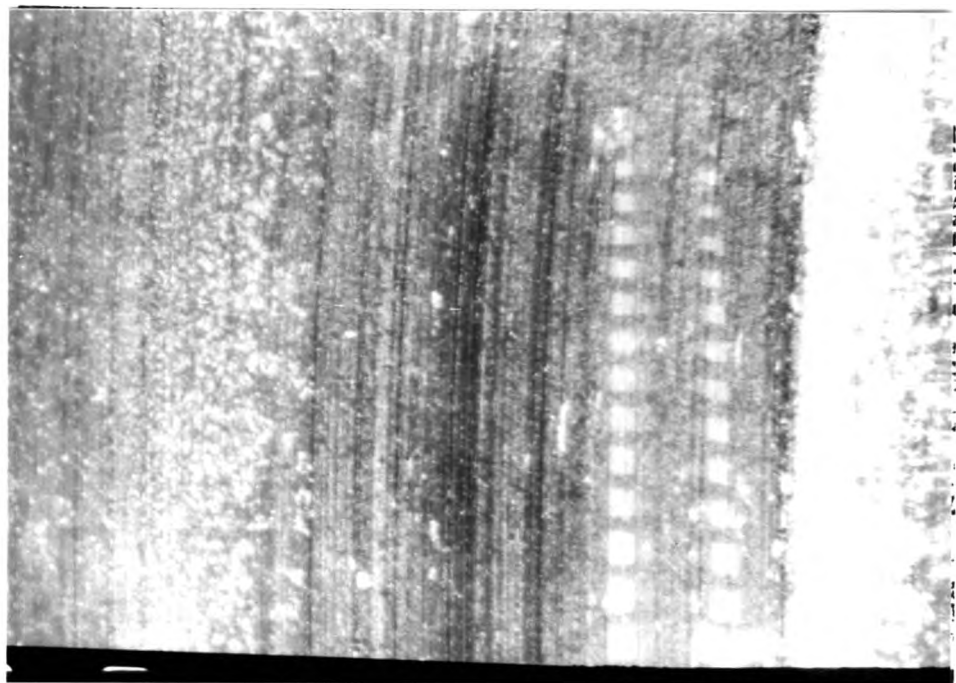
รูปที่ 4.38 แสดงภาพขยาย 630 เท่าของชุดซีลทองเหลืองที่ยังไม่ใช้งาน



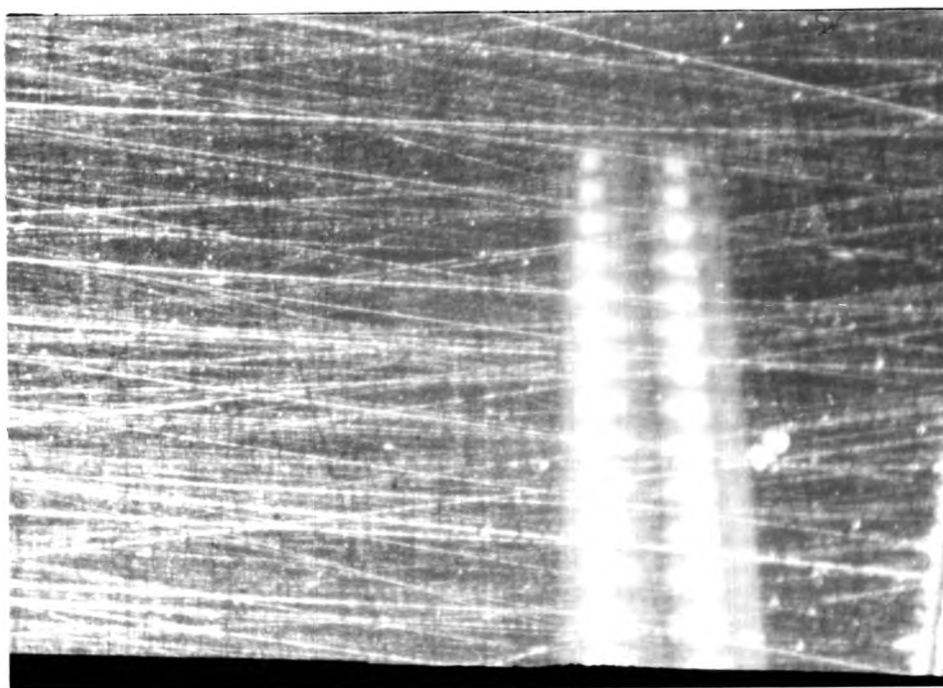
รูปที่ 4.37 แสดงภาพขยาย 630 เท่าของชุดซีลทองเหลืองที่ใช้งานกับระบบ CFC-12



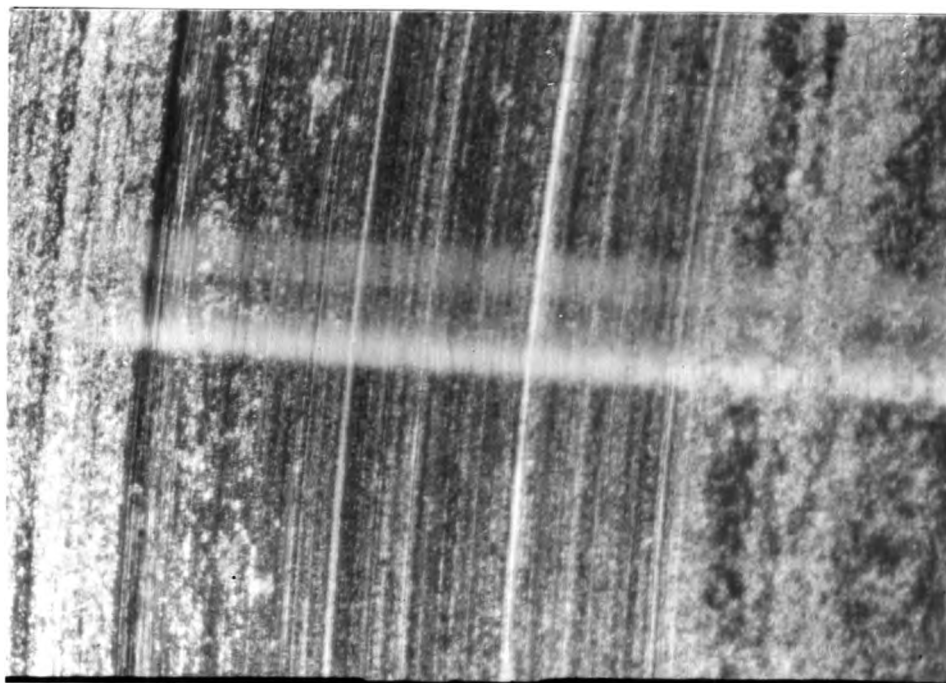
รูปที่ 4.38 แสดงภาพขยาย 830 เท่าของชุดซิลเหล็กล้ำที่ยังไม่ใช้งาน



รูปที่ 4.39 แสดงภาพขยาย 830 เท่าของชุดซิลเหล็กล้ำที่ใช้งานกับระบบ HFC-134a



รูปที่ 4.40 แสดงภาพขยาย 630 เท่าของชุดซิลเหล็กล้ำที่ยังไม่ใช้งาน



รูปที่ 4.41 แสดงภาพขยาย 630 เท่าของชุดซิลเหล็กล้ำที่ใช้งานกับระบบ CFC-12