



เอกสารประกอบการทดสอบใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมันเบนซิน  
เพื่อใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงกับรถยนต์

เสนอต่อ

กรมทะเบียนการค้า, กระทรวงพาณิชย์

โดย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

662.754.2  
สทบ

ตุลาคม 2527

กรุงเทพฯ ฯ

เอกสารประกอบการทดสอบใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมัน เบนซิน

เพื่อใช้เป็นพลังงาน เชื้อเพลิงกับรถยนต์

เสนอต่อ

กรมทะเบียนการค้า, กระทรวงพาณิชย์

โดย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ตุลาคม 2527



019521

662.754.2

XDU

เอกสารประกอบการทดสอบใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมัน เบนซิน

เพื่อใช้เป็นหลักฐาน เชื้อเพลิงกับรถยนต์

โดย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1. ชื่อที่ใช้ของผสมระหว่างแอลกอฮอล์กับน้ำมัน เบนซิน

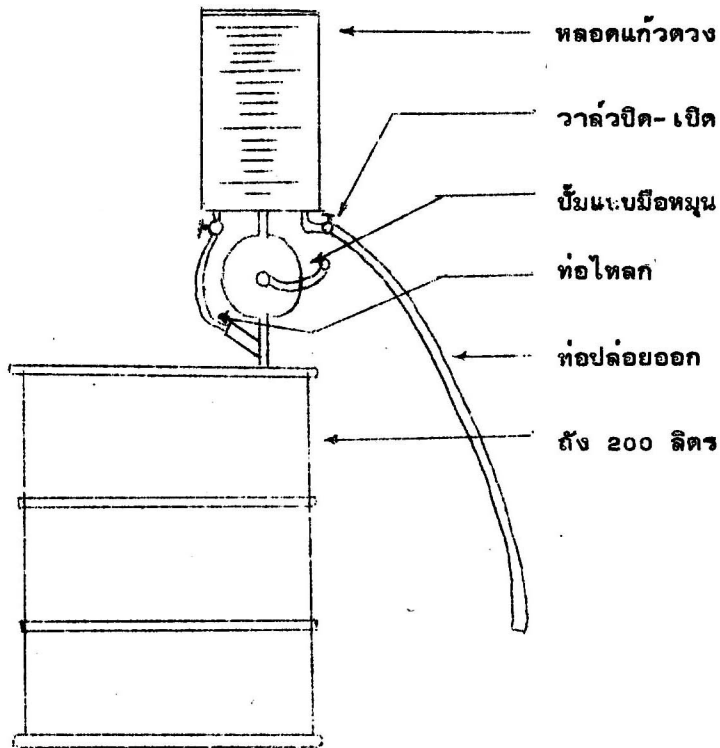
การใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมัน เบนซิน เป็นหลักฐาน เชื้อเพลิงได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา บราซิล และฟิลิปปินส์ การใช้ชื่อของเชื้อเพลิงชนิดนี้ในแต่ละประเทศต่างกัน เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ชื่อว่า Gasohol ในบราซิลใช้ชื่อว่า Gasoline type C หรือ Gasolina และฟิลิปปินส์ใช้ชื่อว่า Alcolgas การใช้ชื่อเชื้อเพลิงของผสมนี้ในประเทศไทยจะใช้ชื่อน้ำมันก๊าดโซฮอล เช่นเดียวกับกับประเทศสหรัฐอเมริกา

2. อัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสมระหว่างแอลกอฮอล์ (Ethylalcohol 99.5 %) ของ วท. กับน้ำมัน เบนซินชนิดธรรมดาจะใช้อัตราส่วนผสมของแอลกอฮอล์ร้อยละ 20 และน้ำมัน เบนซินชนิดธรรมดา ร้อยละ 80 ทั้งนี้เพื่อให้ได้จำนวนออกเทนสูง เทียบเท่ากับน้ำมัน เบนซินชนิดพิเศษที่อยู่ในประเทศไทย โดยที่ไม่ต้องมีการดัดแปลง เครื่องยนต์แต่ประการใด และจะทำให้การใช้น้ำมันก๊าดโซฮอลมีประสิทธิภาพ ดีที่สุด ดังเอกสารแนบที่ 1

3. ลักษณะการจำหน่าย

ลักษณะการจำหน่ายเพื่อทดลองตลาด และทดสอบความนิยมของประชาชน วท. ได้รับความร่วมมือจากการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยให้ทดลองตลาดในกรุงเทพฯ โดยให้ทดลองจำหน่ายที่สถานีบริการน้ำมัน เชื้อเพลิงที่สนามเป้า การจำหน่ายจะใช้ถังที่มีปริมาตร 200 ลิตร บรรจุน้ำมัน ก๊าดโซฮอลและใช้ปั๊มชนิดมือหมุน (ดังภาพ)



ภาพแสดงถัง 200 ลิตร ที่บรรจุน้ำมันก๊าซโซฮอลล์และปั๊มมือหมุน

#### 4. การทดสอบคุณสมบัติการกลั่นน้ำมันก๊าซโซฮอลล์

ตามที่นักวิชาการชั่งตวงวัด ได้ทำการทดสอบการกลั่นน้ำมันก๊าซโซฮอลล์ที่มีส่วนผสม แอลกอฮอล์ร้อยละ 20 และน้ำมัน เบนซินชนิดธรรมดาร้อยละ 80 ได้ค่าออกมาต่ำกว่ามาตรฐานของ น้ำมัน เบนซินที่กำหนดไว้ของกระทรวงพาณิชย์ โดยได้ค่า 50 % การกลั่น ณ อุณหภูมิจุดเริ่มเดือด ในตัวอย่าง ม 6/27 มีค่า 71°ซ และในตัวอย่าง ม 7/27 มีค่า 70°ซ ตามลำดับนั้น โดยที่ข้อกำหนดคุณภาพของน้ำมัน เบนซินชนิดธรรมดาและ เบนซินพิเศษต้องไม่ต่ำกว่า 75°ซ และต้องไม่สูงกว่า 125°ซ วท. ได้เคยทำการทดลองการกลั่นน้ำมันก๊าซโซฮอลล์ชนิดเดียวกันนี้โดยใช้มาตรฐาน ASTM D 86 ในเรื่อง Standard Method for Distillation of Petroleum Product และได้ค่าเฉลี่ย 75°ซ จากการทดลอง 6 ครั้งที่ 50 % การกลั่นพบว่า 4 ครั้งวัดอุณหภูมิได้  $\geq 75^{\circ}\text{ซ}$  มีอยู่ 2 ครั้งที่ได้อุณหภูมิต่ำกว่า 75°ซ (ดังเอกสารแนบที่ 2)

อย่างไรก็ตามได้มีการทดลองของประเทศบราซิล (ดังตารางในเอกสารแนบที่ ๑) ระบุว่าที่ 50 % การกลั่นเริ่มจากน้ำมัน เบนซินชนิดธรรมดาที่มีจำนวนออกเทน 81.5 ได้จุดหลุมจุดเดือด 120°ซ เมื่อผสมเป็นน้ำมันก๊าซโซฮอลโดยใช้แอลกอฮอล์ร้อยละ 20 ที่ 50 % การกลั่นได้จุดหลุมจุดเดือด 74°ซ จะเห็นได้ว่าทั้ง ๆ ที่เบนซินชนิดธรรมดามีจุดเดือดสูงแล้วยังได้จุดหลุมการกลั่นของน้ำมันก๊าซโซฮอลที่ 50 % ต่ำกว่า 75°ซ จึงเป็นที่น่าสังเกตว่า หากเบนซินชนิดธรรมดาที่เริ่มต้นมีจุดเดือดต่ำกว่านี้ น้ำมันก๊าซโซฮอลที่ 50 % การกลั่นควรจะมีจุดเดือดต่ำกว่า 75°ซ สำหรับมาตรฐานในเรื่องนี้ของน้ำมันก๊าซโซฮอลในต่างประเทศ เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาและบราซิล ยังไม่มี แต่ทางรัฐบาลของทั้งสองประเทศได้สนับสนุนให้นำน้ำมันก๊าซโซฮอลไปใช้กับรถยนต์แล้ว (ดังเอกสารแนบที่ 4, 5 และ 6)

5. การกักกรองชิ้นส่วนที่เป็นยางและพลาสติกที่ใช้ในท่อทาง <sup>เคิน</sup> น้ำมัน เชื้อเพลิงและการสึกหรอ ของเครื่องยนต์

5.1 ในต่างประเทศ เช่น ประเทศบราซิลและในสหรัฐอเมริกาได้ใช้น้ำมันก๊าซโซฮอลกับรถยนต์ถึง 2 ล้านไมล์แล้ว ไม่มีเอกสารรายงานเกี่ยวกับปัญหาทางด้านการกักกรองชิ้นส่วนเมื่อใช้น้ำมันก๊าซโซฮอลแต่อย่างใด (ดังเอกสารแนบที่ 4 และ 7)

5.2 จากการทดลองของ วท. ได้ใช้น้ำมันก๊าซโซฮอลกับรถยนต์ 1๑ คัน เป็นระยะเวลาประมาณ 3 เดือน และจากการทดสอบขับรถทั้งสิ้น 120 วาย และรถโพล์คตุ้ ซึ่งมีอายุการใช้งานมาแล้วประมาณ 7 ปี รุ่งได้ระยะทาง 3,000 กิโลเมตร ไม่พบปัญหาไส้กรองน้ำมันอุดตัน และรอยดำหมึขของโลหะที่ใช้ทำเครื่องสูบ เชื้อเพลิงและคาร์บูเรเตอร์แต่ประการใด แสดงว่าไม่น่าจะมีการกักกรองของท่อทาง เคินน้ำมันและโลหะในระบบ เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ด้วย ดังเอกสารแนบที่ 7 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังไม่มีรายงานปัญหาเรื่องนี้แต่อย่างใด ทั้งนี้ได้มีรายงานว่าน้ำมันก๊าซโซฮอลไม่มีการกักกรองสาร Synthetic resin, Polymers และโลหะ ซึ่งใช้ทำระบบทางเคินน้ำมัน เชื้อเพลิง (ดังเอกสารแนบที่ 8 และที่ 9)

6. อายุการใช้งานของน้ำมันเครื่อง

จากรายงานการทดสอบใช้ก๊าซโซฮอลของต่างประเทศ (ดังเอกสารแนบที่ 10) และการทดสอบของ วท. (ดังเอกสารแนบที่ 11) พบว่า การเผาไหม้ของน้ำมันก๊าซโซฮอลให้ก๊าซ

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ต่ำกว่าน้ำมัน เบนซิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า น้ำมันก๊าซโซฮอล์มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า และทำให้เกิดเขม่าน้อยกว่า (ดังเอกสารแนบที่ 7) ทั้งนี้ เพราะว่าคุณสมบัติของน้ำมันก๊าซโซฮอล์มีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำมัน เบนซินทำให้เกิด atomization ของเชื้อเพลิงดีกว่าน้ำมัน เบนซิน และเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่าสารพวกไฮโดรคาร์บอนจึงน้อยกว่าที่จะตกลงไปในห้องน้ำมัน เครื่อง จากเหตุผลดังกล่าวนี้จึงสรุปได้ว่าการใช้น้ำมันก๊าซโซฮอล์จะทำให้ น้ำมันหล่อลื่นสะอาดกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน เบนซิน

#### 7. มลภาวะในการใช้ก๊าซโซฮอล์

จากการทดลองใช้น้ำมันก๊าซโซฮอล์ของ วท. และการทดลองของต่างประเทศ พบว่า เมื่อใช้น้ำมันก๊าซโซฮอล์แล้วจะให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารพวกไฮโดรคาร์บอนน้อยกว่า การใช้น้ำมัน เบนซิน และนอกจากนี้ยังลดสารตะกั่วอีกด้วย เพราะว่าการเพิ่มจำนวนออกเทนใน น้ำมัน เบนซินชนิดพิเศษในประเทศโดยใช้สารเตตราเอทิลเลด (Tetra-ethyl lead) ในการเพิ่มจำนวนออกเทน

#### 8. ข้อมูลผลการทดลอง

8.1 ข้อมูลจากการทดลองของ วท. ผลการทดลองใช้น้ำมันก๊าซโซฮอล์ของ วท. นอกเหนือจากข้อ 5.2 ในเรื่องสมรรถนะของเครื่องยนต์ สรุปผลได้ว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำมัน ก๊าซโซฮอล์ไม่ต่ำกว่าการใช้น้ำมัน เบนซินชนิดพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการขับเคลื่อนทางสูงชันมี กำลังขับเคลื่อนได้ดีกว่า, มีอัตราเร่งที่ความเร็วสูงดีกว่า และวิ่งได้ความเร็วสูงสุดมากกว่า (รายละเอียดดังเอกสารแนบที่ 12)

8.2 ข้อมูลจากการทดลองของต่างประเทศ เช่น ในประเทศบราซิล (ดังเอกสาร ที่ 4 และที่ 5) ได้ทำการทดสอบน้ำมันก๊าซโซฮอล์โดยใช้อัตราส่วนแอลกอฮอล์ร้อยละ 20 ผสมกับ เบนซินร้อยละ 80 กับรถยนต์ต่าง ๆ ชนิด เช่น Chevrolet "Commodore", Volkseagen "Passat" TS, Mercedes Benz "250" Type 123, และ Ford Del Rey "Ouro" ปรากฏว่า การสตาร์ทเครื่องยนต์จากสภาพเครื่องเย็น รถทุกคันสตาร์ทครั้งเดียวติด การอุ่นเครื่อง ในสภาพใช้งานเบาได้ทันที การออกตัวและเร่งในเกียร์ต่าง ๆ เป็นปกติ และเครื่องยนต์ไม่ไหม้

การใช้งานทั่วไป อยู่ในสภาพปกติ

นอกจากนี้ยังได้แสดงถึงผลของการทดสอบใช้น้ำมันก๊าซโซซอลเปรียบเทียบกับการใช้แอลกอฮอล์ล้วน ผลที่ได้สรุปว่า รถที่ใช้น้ำมันก๊าซโซซอล เครื่องยนต์ทุกชิ้นและท่อทางเดินน้ำมัน อยู่ในสภาพปกติในอายุการใช้งาน 2 แสนกิโลเมตร



สารบัญ เอกสารแนบ

- เอกสารแนบที่ 1 How Alcohol Enriches Gasoline จาก  
Brazil, November 1983 No. 66, p 20
- เอกสารแนบที่ 2 คุณสมบัติการกลั่นน้ำมันก๊าซโซฮอล์ของ วท.
- เอกสารแนบที่ 3 Properties of Brazilian Test Fuels (4)  
จาก Ethyl Alcohol Production and use as a Motor  
Fuel, edited by J.K Paul, Moyes Data Corporation ,  
Park Ridge, New Jersey, U.S.A., 1979
- เอกสารแนบที่ 4 การติดตามผลการใช้แอลกอฮอล์เป็น เชื้อเพลิงในประเทศบราซิล ของสำนัก  
งานพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน กระทรวงอุตสาหกรรม  
มกราคม 2526
- เอกสารแนบที่ 5 Test Rides an Cars Running on Ethanol-Gasoline Bleuded  
Fuel จากประเทศบราซิล
- เอกสารแนบที่ 6 The Federal Gasohol Plan  
จากหนังสือ The Gasohol Handbook  
โดย V. Daniel Hunt, Industrial Press Inc. 200  
Madison Avenue New York NY 10157, 1981, pp. 18-20
- เอกสารแนบที่ 7 Two Million Mile Road Test  
จากหนังสือในเอกสารแนบที่ 3. pp. 270-275
- เอกสารแนบที่ 8 Synthetic Resin and Polymers
- เอกสารแนบที่ 9 Metals and Alloys
- เอกสารแนบที่ 10 Ethanol Production and Use in Brazil  
จากหนังสือในเอกสารแนบที่ 3 pp. 279-300
- เอกสารแนบที่ 11 ตารางแสดงส่วนประกอบของไอเสียที่ความเร็วต่าง ๆ  
โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- เอกสารแนบที่ 12 รายงานผลการทดลองใช้น้ำมันก๊าซโซฮอล์เป็น เชื้อเพลิงกับรถยนต์  
วิ่งระยะทางไกลของ วท.

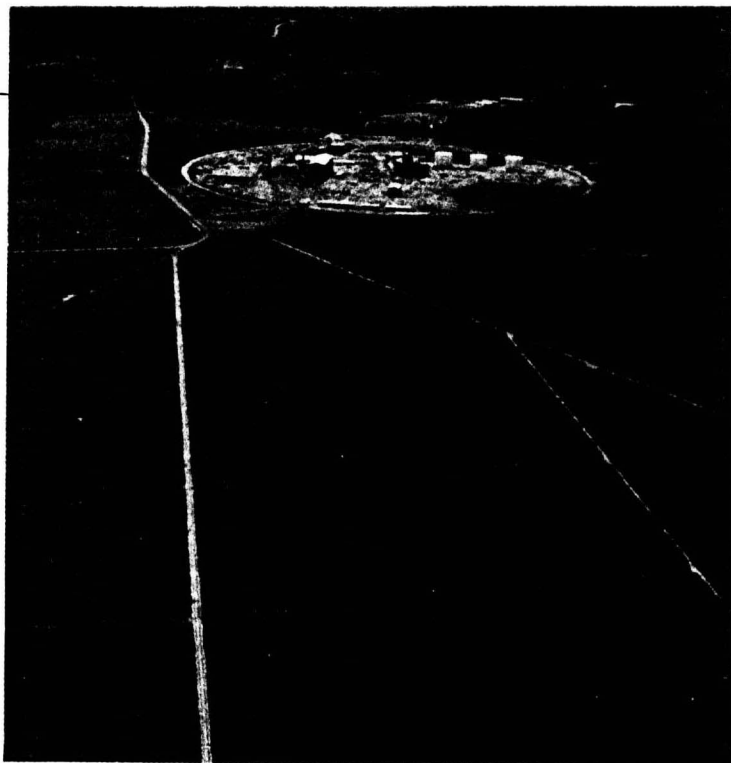
เอกสารแนบที่ ๑ How Alcohol Enriches Gasoline จาก Brazil,  
November 1983 No. 66 , p. 20,

## Investments of US\$ 4 billion.

Development of Ethanol which has the purpose of providing support to PROALCOOL through projects of research in the areas of raw materials, industrial processing, obtaining, treatment and use of subproducts and the utilization of ethanol as a fuel.

Among the other research projects that are now going forward in important areas, mention should be made of those involving the measurement of engine emissions, vehicle efficiency and consumption tests, pelleting of cane bagasse and such advanced technology as enzymatic hydrolysis, genetic engineering (development of microorganisms) and computer control of distillery processes. All of this has placed Brazil in a position of being able to supply the technology involved in the manufacture of distillery equipment to other countries interested in alcohol production. Exports of equipment have already been made to Paraguay, Argentina, Venezuela, Bolivia, Honduras, Costa Rica and Peru.

*According to the World Bank, PROALCOOL is the largest renewable energy program developed anywhere in the world.*



**FLEET OF ALCOHOL-POWERED VEHICLES** – This year, production of alcohol-powered vehicles has taken over first position in Brazil and now accounts for 80% of overall sales, or about 500,000

alcohol-powered units per year. Recently, the automotive industry produced its 1,000,000<sup>th</sup> alcohol-powered vehicle. When older vehicles converted to the new fuel are considered, the total rises to 1.2 million, or 15% of the entire Brazilian fleet. In 1983/84, these vehicles will consume approximately 3.8 billion liters of hydrated alcohol.

Aside from this, all of the other Otto cycle vehicles use a fuel mixture of 20% anhydrous alcohol (gasohol). These number more than 7 million units with consumption of 2.4 billion liters; while 1983 consumption of the alcohol-chemical industry will come to 450 million liters/harvest, including the export of alcohol-chemical products. At the present time, alcohol accounts for more than 35% of the Otto cycle fuel demand and this figure is expected to rise to 65% in 1987/88, when alcohol production reaches a level of 14.3 billion liters.

PROALCOOL is now responsible for the creation of more than 400,000 direct jobs. In the future, an estimated US\$ 2.9 billion will be invested in new distilleries. In the industrial and agricultural segments, it is the sector of the Brazilian economy that is now registering the sharpest real growth in billings and employments levels.

In accumulated terms, PROALCOOL has absorbed investments of US\$ 4 billion up to the current harvest, at the same time in which it has resulted in savings of approximately US\$ 5.5 billion in reduced oil imports.

For more information contact:  
 Marcos José Marques – President  
 COMISSÃO EXECUTIVA NACIONAL  
 DO ALCOOL (CENAL)  
 MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E  
 COMÉRCIO – MIC – 2º andar  
 70053 Brasília (DF) Brasil  
 Telex: (061) 1066

## HOW ALCOHOL ENRICHES GASOLINE

One of the fundamental characteristics of PROALCOOL is the role represented by anhydrous fuel alcohol, used as an additive in the nation's entire gasoline supply.

Technically, the mixture is feasible up to a level of 25% alcohol and 75% gasoline, without the need for alterations in Otto cycle engines. However, the country is using a 20%/80% mixture, since this results in greater fuel efficiency. Thus, each liter of alcohol utilized means a savings of one liter of gasoline.

In the first stage of implementation of PROALCOOL, production of anhydrous alcohol served as an economic alternative for sugar producers, since they had been seriously affected by the decline in international sugar prices. Thus, the creation of PROALCOOL made it possible to maintain the levels of activity and employment in the sector.

At present, alcohol production in the 1983/84 harvest is forecast at 8.1 billion liters, including 2.4 billion liters of anhydrous alcohol. One should also note that, since the addition of alcohol to gasoline can fluctuate between zero and 25%, consumption of this fuel can be conditioned by the availability of this raw material or by international sugar prices.

In the Brazilian case, anhydrous alcohol is also used as an additional strategic stock for the vehicles powered by hydrated alcohol, or more than 1.2 million units. Another important

consequence of the use of anhydrous alcohol is that it results in an increased gasoline octane level. With this mixture, Brazilian technology raised the IOM octane level index of gasoline from 73 to 80, making it possible for the automotive industry to sign an agreement with the government calling for a gradual reduction in the fuel consumption level of new Brazilian vehicles utilizing this fuel. The rate of reduction was set at 5% per year up to 1985, through the development and improvement of engines and the use of higher rates of compression.

In comparison to the use of pure gasoline, the fuel mixture has the added advantage of sharply reducing the environmental pollution caused by automotive engines. This is a result of the elimination of antiknock tetraethyl lead utilized in gasoline and of the fact that alcohol burns more efficiently.

The practise of using a gasoline/alcohol mixture – now done in the United States also – is the most highly recommended initial strategy for those countries that intend to develop alcohol production and/or utilization programs. In the case of countries that simultaneously import petroleum and export sugar, production of the new fuel for use in an alcohol/gasoline mixture will not only result in reduced oil imports, but also contribute to the renewed equilibrium of the international sugar market and real increases in the prices of this product.

เอกสารแนบที่ 2 คุณสมบัติการกั้นน้ำมันก๊าซไฮดรอล์ของ วท.

คุณสมบัติการกลั่นน้ำมันก๊าซโซฮอล์

ทดสอบโดย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ตาม ASTM D86 ในเรื่อง Standard method for distillation of Petroleum Product

จุดหลุมุมิ (°C)

การกลั่น	I	II	III	IV	V	VI	Average
จุดเริ่มเดือด	39	39	39	39	39	39	39
5 %	57	52	54	55	56	56	55
10 %	60	57	58	60	60	60	59.2
20 %	65	62	62	63	64	64	63.9
30 %	69	65	66	66	68	67	66.9
40 %	72	68	68	70	72	71	70.2
50 %	75	71	73	77	77	77	75
60 %	79	74	81	85	83	83	80.6
70 %	96	87	95	97	95	98	94.7
80 %	126	119	122	125	123	122	122.8
90 %	148	138	140	144	139	140	141.5
95 %	← ช่วงที่จุดหลุมุมิไม่ค่อยแน่นอน →						
ส่วนที่กลั่นได้ทั้งหมด (%)		99	99	99	99	99	
ส่วนที่สูญเสีย (%)		1	1	1	1	1	

หมายเหตุ ในการทดลอง ๓ ครั้ง ที่ ๕๐ % การกลั่น พบว่า 4 ครั้งวัดจุดหลุมุมิได้  $\geq 75^{\circ}\text{C}$

มีอยู่ 2 ครั้งจุดหลุมุมิ  $< 75^{\circ}\text{C}$

เอกสารแนบที่ ๓ Properties of Brazilian Test Fuels (4)  
จาก Ethyl Alcohol Production and Use as a  
Motor Fuel, edited by J.K Paul, Moyes Data  
Corporation, Park Ridge, New Jersey U.S.A.,  
1979

Table 10.4 contains information on the general properties (especially the volatility properties) of the gasolines and ethanol/gasoline blends used in the GM (Brazil) work (4).

Table 10.4: Properties of Brazilian Test Fuels (4)

	Gasoline	Ethanol			Ethanol Adjusted Volume		
		5%	10%	20%	5%	10%	20%
Reid vapor pressure							
kPa	62.7	68.9	68.3	65.5	63.4	62.7	64.1
psi	9.1	10.0	9.9	9.5	9.2	9.1	9.3
ASTM distillation, °C at percent evaporation							
IBP	31.5	36.5	38	39	38.5	40	39.5
10%	51.5	51.5	53.5	56	52.5	55	55.5
20%	65	57.5	59.5	62.5	58.5	61	62.5
30%	80	67.5	65	68	69.5	66	67.5
40%	99.5	95	70	72	97	73	71.5
50%	120	118	109	74.5	119	112.5	74
70%	152.5	154	152	144.5	153	150	142.5
90%	185.5	186.5	185.5	182.5	187	186	183.5
EP	218.5	221.5	216	216.5	214.5	217	219
Formula	CH <sub>1.95</sub>	CH <sub>1.97</sub> O <sub>0.02</sub>	CH <sub>2.02</sub> O <sub>0.03</sub>	CH <sub>2.12</sub> O <sub>0.07</sub>	-	-	-
Stoichiometric A/F	14.66	14.34	14.05	13.47	-	-	-
Specific gravity at 15.6°C	0.738	0.741	0.743	0.748	0.743	0.745	0.747
RON	81.2	83.6	86.9	92.0	-	-	-
MON	77.3	77.2	78.1	80.0	-	-	-
Lead content							
g/l	0.52	-	-	-	-	-	-
g/gal	1.95	-	-	-	-	-	-
Sulfur, wt %	0.01	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbon type							
% paraffins	72	-	-	-	-	-	-
% olefins	13	-	-	-	-	-	-
% aromatics	15	-	-	-	-	-	-

Source: DOE HCP/M2923-01

**Solubility and Water Sensitivity:** Ethanol/gasoline blends are known to be somewhat more tolerant of water than methanol/gasoline blends, but in practical terms, the difference is small. A 25% ethanol/gasoline blend will tolerate about 1% water at 70°F, while a similar methanol/gasoline blend can tolerate about 0.4% (14). Likewise, the solubility of (anhydrous) ethanol in hydrocarbons is higher than that of methanol (14). This behavior had led some researchers to employ ethanol as a methanol/hydrocarbon cosolvent.

**Octane Rating:** Table 10.5 gives the RON and MON ratings for various ethanol/gasoline blends. The octane rating of ethanol has been reported by various researchers. The values fall in the range of 91 to 105 RON.

เอกสารแนบที่ 4 การติดตามผลการใช้แอลกอฮอล์ เบียร์ เชื้อเพลิงในประเทศ  
บราซิล ของสำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน  
กระทรวงอุตสาหกรรม มกราคม 2528



การติดตามผลการใช้อัลกอฮอล์  
เป็นเชื้อเพลิงในประเทศบราซิล

FOLLOW-UP OF THE BRAZILIAN  
ALCOHOL FUEL PROGRAM



สำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรม

พลังงานทดแทน

กระทรวงอุตสาหกรรม

ENERGY INDUSTRY DEVELOPMENT OFFICE

MINISTRY OF INDUSTRY

มกราคม 2526

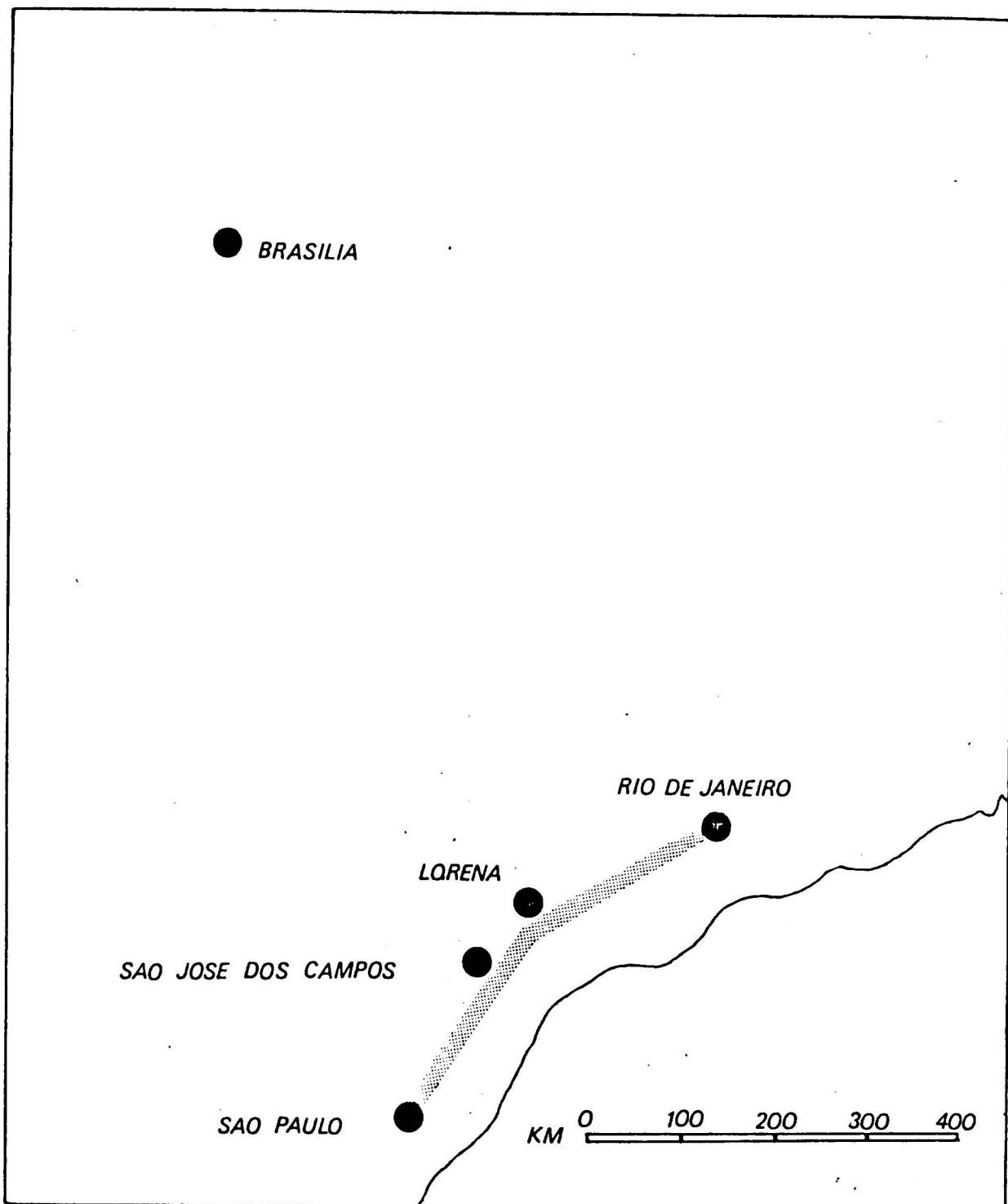
JANUARY 1983

เอกสารนี้ประกอบด้วยข้อมูลการติดตามผลการใช้อัลกอฮอล์เป็น  
เชื้อเพลิงในประเทศบราซิล โดยแบ่งออกเป็น ๒ ตอน คือ

- การสังเกตการณ์การใช้เชื้อเพลิงอัลกอฮอล์
- การปฏิบัติงานการผลิตเชื้อเพลิงอัลกอฮอล์ขนาดเล็ก

This document contains 2 parts of informations  
on the follow-up of the Brazilian alcohol fuel program :

- Follow-up of alcohol fuel utilization
- Visit to a small-scale fuel alcohol distillery.



สถานที่ปฏิบัติงานติดตามผลการใช้งานเชื้อเพลิงอัลกอฮอล์

The places where follow - up observations were made

## กรุงเทพมหานคร

### ๑. ช่วงเวลาที่ยั่งยืน

๑๘ - ๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๕

### ๒. สภาพภูมิอากาศ

กรุงเทพมหานคร อุณหภูมิอากาศ ๒๘ - ๓๐ °C มีฝนตกบ้างเล็กน้อย อากาศโปร่ง ส่วนใหญ่

### ๓. สภาพภูมิประเทศ

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนพื้นที่ที่เป็นก้นกระทะที่มีพื้นที่คอกย ๆ ลากขึ้นรอบข้าง สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบสลับกับเนินขอม ๆ

### ๔. สภาพการจราจร

กรุงเทพมหานครเป็นนครหลวงของประเทศบราซิล ได้รับการวางแผนและก่อสร้างขึ้นในยุคปัจจุบัน มีระบบถนนและเส้นทางคมนาคมทั้งในและรอบ ๆ ตัวเมืองที่ทันสมัย สภาพการจราจรอยู่ในสภาพคล่องตัว สำหรับเมืองที่มีพลเมือง ๑ ล้านคนเศษ

### ๕. การสังเกตการณ์

#### ๕.๑ การใช้เชื้อเพลิงรถยนต์

รถยนต์นั่งทั้งหมดใช้เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยหัวเทียน (เครื่องยนต์เบนซิน) ส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้มี ๒ ชนิด คือ

น้ำมันเบนซินผสมเอธิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วนน้ำมันเบนซิน/แอลกอฮอล์ ๘๐/๒๐ โดยปริมาตร รถยนต์เครื่องยนต์เบนซินจะใช้เชื้อเพลิงนี้ เพราะในบราซิลไม่มีน้ำมันเบนซินจำหน่าย

การสังเกตการณ์การใช้เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์กับรถยนต์ กระทำที่  
กรุงบราซิลเลีย (นครหลวงของประเทศบราซิล) ที่รัฐเซาเปาโล และที่  
รัฐริโอ เด จาเนโร . โดยสังเกตการณ์การใช้งานของน้ำมันเบนซินผสม  
แอลกอฮอล์ และการใช้แอลกอฮอล์กับรถยนต์ ซึ่งปรากฏว่าได้ผลดีทั้งสองลักษณะ

Observations of utilization of alcohol as motor  
vehicle fuel were made in Brasilia (capital of Brazil),  
in the states of Sao Paulo and Rio de Janeiro.

Ethyl alcohol (ethanol) was successfully used  
as motor vehicle fuel, both in the form of blended fuel  
(gasoline-alcohol blend) and as pure alcohol.

ผลการทดสอบรถยนต์ใช้น้ำมันเบนซินผสมอัลกอฮอล์ แสดงไว้ตามตารางที่ ๑  
(รูปที่ ๕ ถึง ๘)

๕.๔ ผลของเชื้อเพลิงอัลกอฮอล์ต่อชิ้นส่วนรถยนต์

จากการสังเกตการณ์ที่ศูนย์ซ่อมรถยนต์ไฟลด์สวาเกิน ซึ่งมีชื่อว่า "คิสมรเว่"  
(DISBRAVE) (รูปที่ ๘) ตั้งอยู่ที่

Av. W-3-Q-503-Conj A - SEP Norte

Brasilia, Distrito Federal

ได้พบกับ Mr. Yoshimi Suguieda ผู้จัดการฝ่ายซ่อมของศูนย์ดังกล่าว  
(รูปที่ ๑๐) และได้เข้ารับการซ่อมแซมบำรุงรักษารถยนต์ภายในศูนย์ด้วย (รูปที่ ๑๑, ๑๒)  
และจากการสนทนาได้รับข้อมูล เกี่ยวกับการใช้อัลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงว่า ไม่มีปัญหาใด ๆ  
ในการใช้น้ำมันเบนซินผสมอัลกอฮอล์ในการซ่อมแซมบำรุงก็ไม่พบปัญหาที่แปลกไปกว่าปกติ  
สำหรับการใช้อัลกอฮอล์ล้วนนั้น บริษัทผู้ผลิตรถยนต์อัลกอฮอล์ได้แก้ไขปัญหาที่เกิดผลกระทบ  
กับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ได้แล้ว และได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนในการใช้  
อัลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงดังข้างล่างนี้

ชิ้นส่วน รถ VW	สำหรับรถที่ใช้น้ำมันเบนซิน ผสมอัลกอฮอล์	สำหรับรถใช้อัลกอฮอล์ล้วน
ถังเชื้อเพลิง	ปกติ หมายเหตุ "ปกติ" หมายถึงไม่ มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงจาก เครื่องยนต์เบนซินล้วน	ถังเหล็กเหนียว อามภายในด้วย ตะกั่ว และเพิ่มขนาดใหญ่มาก ขึ้น ๒๕ %
ท่อส่งเชื้อเพลิง	ท่อปลัستيك	ท่อปลัستيك
สูบเชื้อเพลิง (บีเอ็ม เอ.ซี.)	ปกติ	ปกติ
เครื่องกรองเชื้อเพลิง	ปกติ	ปกติ

เอธิลอัลกอฮอล์ชนิด 96°GL คือ เอธิลอัลกอฮอล์ที่มีน้ำปนอยู่ ๔ % โดยปริมาตร  
เชื้อเพลิงชนิดนี้ใช้กับรถยนต์ที่สร้างขึ้นใช้กับอัลกอฮอล์ล้วนโดยเฉพาะ

รถยนต์ที่ใช้อัลกอฮอล์ล้วน ไทแก

- รถยนต์ของหน่วยงานราชการและองค์การของรัฐทุกคัน (รูปที่ ๑) โดยหน่วย  
ราชการทุกแห่งจะมีใบเติมอัลกอฮอล์ให้กับรถยนต์ของตน

- รถยนต์แท็กซี่ (รูปที่ ๒) ในพระราชบัญญัติอัลกอฮอล์ล้วนเป็นเชื้อเพลิง (นอกจาก  
รถยนต์เก๋งที่มีเหล็กลอยอยู่น้อยมาก) เนื่องจากค่าใช้จ่ายต่ำกว่า เริ่มตั้งแต่ราคาเครื่องยนต์ใหญ่  
เช่น รถยนต์เครื่องยนต์เบนซินราคาคันละ ๒,๑๑๓,๐๐๐ ครูเซโร รถแบบเดียวกันรุ่นเดียวกัน  
เครื่องยนต์อัลกอฮอล์จะมีราคาคันละ ๒,๐๒๓,๐๐๐ ครูเซโร (ถูกกว่า ๘%) เป็นต้น และ  
รัฐบาลควบคุมราคาอัลกอฮอล์ไม่ให้สูงกว่า ๕๘% ของราคาน้ำมันเบนซิน (ผสมอัลกอฮอล์)  
และในขณะที่สังเกตการณ์ อัลกอฮอล์มีราคาลิตรละ ๔๘ ครูเซโร และน้ำมันเบนซิน (ผสม  
อัลกอฮอล์) มีราคาลิตรละ ๑๔๘ ครูเซโร ซึ่งทำให้อัลกอฮอล์มีราคาเป็นเพียง ๔๘% เท่านั้น  
(ความสิ้นเปลืองของอัลกอฮอล์ล้วนจะสูงกว่าประมาณ ๒๐ - ๒๕ % โดยปริมาตร แต่เมื่อ  
เทียบแล้วค่าใช้จ่ายก็ยังต่ำกว่าอยู่ ๒๕ - ๓๐ %)

- รถยนต์ส่วนบุคคลส่วนหนึ่ง ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ในเรื่องนี้มีข้อมูล  
ว่า รถยนต์อัลกอฮอล์ที่ใช้แล้วจะมีราคาขายต่ำกว่ารถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน อาจเป็นเพราะ  
ความไม่แน่ใจในอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ รถยนต์อัลกอฮอล์ล้วนเริ่มผลิตจำนวนมาก  
ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๒๒ เวลาจึงไม่นานพอที่จะประเมินอายุใช้งานเปรียบเทียบกันได้

## ๕.๒ การจำหน่ายเชื้อเพลิง

ที่ใช้น้ำมันในเมืองทุกแห่งจะมีเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดจำหน่าย คือน้ำมันเบนซิน  
(ผสมอัลกอฮอล์) และอัลกอฮอล์ล้วน (รูปที่ ๓) ในวันเสาร์และวันอาทิตย์ไม่จำหน่ายน้ำมัน  
เบนซิน แต่สำหรับอัลกอฮอล์ล้วนมีจำหน่ายในวันเสาร์ด้วย

## ๕.๓ ผลการใช้อัลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง

การใช้อัลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์เป็นปรากฏการณ์ประจำวันของชาว  
บราซิลในปัจจุบัน รถยนต์ทุกรูปแบบทั้งใหม่และเก่าใช้น้ำมันเบนซินผสมอัลกอฮอล์อย่างได้ผล  
(รูปที่ ๔) สังเกตเห็นว่าการใช้งานเป็นไปอย่างเรียบร้อย รวมทั้งการใช้อัลกอฮอล์ล้วน  
เป็นเชื้อเพลิงด้วย การจรรจุกำเนินไปตามปกติ

ชิ้นส่วน รถ พว	สำหรับรถที่ใช้แก๊วมันเบเนน ผสมอัลกอฮอล์	สำหรับรถใช้แอลกอฮอล์ล้วน
มีมแรง	ปกติ	ปกติ
คาร์บูเรเตอร์	ปกติ	เฉพาะสว่าที่สัมผัสกับอัลกอฮอล์ (ตัวเรือน) อบายวียนิเกิ้ล ฝาครอบสว่านไม่จำเป็นตองอบาย
ทูลอย	ปกติ	ปกติ
ชุดควบคุมการไหลของ เชื้อเพลิง	ปกติ	ปรับปรุงอัตราส่วน อากาศ/เชื้อเพลิง ให้เหมาะสม
อัตราส่วนการอัดของ กระบอกสูบ	๘ คอ ๑	๑๐.๕ คอ ๑
หัวลูกสูบ	ปกติ	สว่านเรียบ
คอยล์ไฟแรงสูง	ปกติ	ใช้ชนิดที่ให้โวลต์สูงกว่า
ท่อไอเสีย	ปกติ	ปกติ (และไม่บูเร็วกว่า)
ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์	ปกติ	มีภาชนะบรรจุน้ำมันเบเนน (ผสม อัลกอฮอล์) ไว้อ่างกับถังเชื้อเพลิง บนเครื่องยนต์ สตาร์ทในสภาพอากาศ หนาว เย็นจนถึง -๑๐°C
ชุดขจัดวัฏวะกับเชื้อเพลิง	ปกติ	อบายวียนิเกิ้ล (ถ้าไม่อบายจะตัน และชำรุด)
ปลอกกำบังงาน		
การเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง	ปกติ ( เปลี่ยนทุก ๗,๕๐๐ กม.)	เปลี่ยนทุก ๗,๕๐๐ กม.
สภาพห้องเผาไหม้	ปกติ	สะอาดกว่า
การใช้หัว เชื้อป้องกัน สนิม	ไม่ใช่	ผู้ใช้รถบางคนใช้หัวเชื้อ PROALCOOL ในอัตราส่วน ๑๐๐ มิลลิลิตร ต่ออัลกอฮอล์ ๕๐ ลิตร
การบำรุงรักษา	ปกติ	ปกติ
อายุเครื่องยนต์	๒๐๐,๐๐๐ กม.	คาดว่าจะ เป็น ๒๐๐,๐๐๐ กม. เช่นกัน



เอกสารแนบที่ ๕ Test Rides as Cars Running on Ethanol-Gasoline  
Blended Fuel จากประเทศไทย

ศูนย์ความรู้ (สคร.)  
KNOWLEDGE CENTRE (KLC)

Table 1. TEST RIDES ON CARS RUNNING ON ETHANOL-GASOLINE BLENDED FUEL

Date : 20 - 21 December 1982

Place : Brasilia, Brazil

Weather : Summer, ambient temp. 27-28°C. Showery.

Fuel used:

All tested cars had been  
running on 20/80 ethanol-

-gasoline blended fuel since new.

	CAR 1	CAR 2	CAR 3	CAR 4
Maker	General Motors do Brasil SA	Volkswagen do Brasil SA	Mercedes Benz, Germany	Ford do Brasil SA
Model	Chevrolet "Comodoro"	Volkswagen "Passat" TS	Mercedes Benz "250" Type 123	Ford Del Rey "Ouro"
Year	1981	1982	1982	1982
Serial No.	5P 69E AB 114460	0210631019	WDB 12302610111636	
Engine	4 - cyl., 2,500 cc.	4 - cyl., 1,600 cc.	6 - cyl., 140 HP.	4 - cyl., 1,600 cc.
Age	48,900 km.	5,700 km.	11,000 km.	11,000 km.
Overhaul	Not yet	Not yet	Not yet	Not yet
<u>Test Ride Results</u>				
- Cold starting	Engine running on one start	Same as Car 1	Same as Car 1	Same as Car 1
- Warm-up	Light load could be applied after starting	Same as Car 1	Same as Car 1	Same as Car 1
- Acceleration through gears	Normal, no knocking	Same as Car 1	Same as Car 1	Same as Car 1
- General use	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

เอกสารแนบที่ ๘ The Federal Gasohol Plan  
จากหนังสือ The Gasohol Handbook  
โดย V. Daniel Hunt, Industrial Press Inc.  
200 Madison Avenue New York N.Y. 10157,  
1981 pp. 18-20

## CAUTIONS

A few words of caution are appropriate for the individual unfamiliar with the process of ethanol production. Although the process is well known and has been used on a commercial scale, ethanol production through fermentation is a complex process employing biochemical reactions as well as sophisticated engineering concepts. Consistent and reliable operation can be achieved, provided the prudent operator follows precautions required by biological processes and operates the facility according to established engineering practice, which includes cleanliness, close control of operating conditions such as temperature, and careful storage of product. Plant operating personnel must have the background and experience to deal with the problems related to the common, but complex, unit processes.

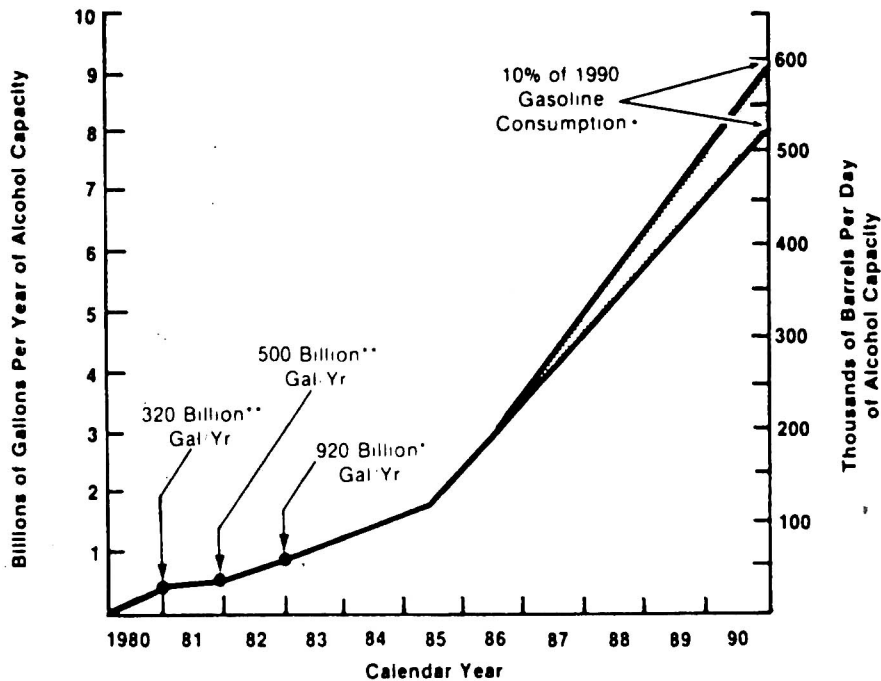
Ethanol production involves hazardous materials, and plants must be designed and operated to minimize risks. The prospective entrepreneur must be cognizant of these aspects of ethanol production and assure that the vendors retained have the experience and knowledge required to advise him in the design and operation of the proposed plant.

## The Federal Gasohol Plan

The Federal Gasohol Plan is contained in the Joint U.S. Department of Agriculture and Department of Energy Plan for Biomass Energy Production and Use. It was prepared in accordance with the Energy Security Act, Public Law 96-294, Title II, Subtitle A, Section 211(a). "General Biomass Energy Development, Biomass Energy Development Plans." This joint plan presented the objectives, organization, strategy, and implementation plan to achieve the December 31, 1982, alcohol production and use goal established in the Act. Also included is a discussion of major variables and emerging problems that point to the need for accelerated research and development.

## GOALS

The Energy Security Act sets a specific goal of 60,000 barrels per day (bbl/day) alcohol production by December 31, 1982. This level is equal to production of 0.920 billion gallons per year (gal/yr) of alcohol, or can be equated to 90,000 bbl/day of oil equivalent. The Act also includes a goal of achieving a level of alcohol production within the United States equal to at least 10 percent of the level of 1990 gasoline consumption. The goals established by the Act, together with the President's announced goals, are presented in Fig. 1-13. Private industry has made significant contributions toward meeting these goals even prior to the enactment of the Energy



\*Public Law 96-294 Goals

\*\*President's Goals from Jan '80 Address

Figure 1-13. National alcohol-fuel-production goals.

Security Act. Nonetheless, federal financial incentives are definitely needed to meet the national goal for 1982.

## BACKGROUND

The biomass alcohol industry has grown over the last year from an 80-million-gallon-per-year capacity to about 320 million gallons per year. The fact that this industry is rapidly emerging at present is the result of three major factors. First, recent innovation in grain-ethanol-production processes has converted long existing alcohol processes and grain-processing technology into higher-yield, more-energy-efficient processes for producing transportation fuels. Anhydrous ethanol produced by these fuel-grade-alcohol processes can be readily blended in gasoline, with a resulting improved octane. Second, the improved energy efficiency and yield of the fuel-grade-alcohol production process, combined with federal and state subsidies, allows reasonable return on investment. Third, prior to enactment of the Energy Security Act, a limited number of companies entered the fermentation ethanol industry or expanded their production without benefit of loan guarantees provided by the Act.

To date, federal and state legislation and initiatives have provided substantial subsidies and incentives for biomass-derived alcohol production. The first major incentives were provided by the Energy Tax Act of 1978 (Public Law 95-618) and the Crude Oil Windfall Profit Tax Act of 1980 (Public Law 96-223). The exemption of the 4-cent-a-gallon excise tax on motor fuels provided by the Energy Tax Act of 1978 and the additional 10 percent renewable energy investment tax credit provided by the Crude Oil Windfall Profit Tax Act substantially improved the economic viability of fuel-grade ethanol production.

However, it has been the enactment of the Energy Security Act which has permitted the federal government to assume a portion of the investment risk in fermentation ethanol energy projects through loan guarantees. This risk would have continued to prevent substantial investment in this new industry.<sup>5</sup>

Figure 1-14 shows that private sector alcohol production unaided by federal loan guarantees (the dark areas) will be significant, but will fall short of achieving the December 31, 1982, goal. This production, together with the additional production gained from plants financed by federal loan guarantees (the light shaded areas) awarded by DOE and USDA, will achieve the 1982 production goal. Plant design and construction lead times dictate that the loan guarantees negotiated in 1981 will result in initial production in early 1983.

Uncertainty in several areas of alcohol production and utilization may prevent alcohol from achieving its full potential as a biomass energy alternative. These aspects include economic viability of alcohol-fuel plants without incentives; unknown new investment risk for the financial community; variable feedstock availability and price impact; regulatory disincentives; lack of public awareness of the advantages of alcohol-fuel use; current marginal price competitiveness of gasohol relative to unleaded gasoline; and undeveloped markets for coproducts. Strategies to deal with these concerns are addressed in the plan.

In summary, both USDA and DOE are confident that their plan will achieve the 1982 production goal. However, some concern exists because several events have occurred since the goals were set, such as reduced domestic demand for gasoline, decreased grain feedstock production due to poor weather, and rising interest rates, all of which have a direct impact on alcohol production and use.

## ORGANIZATIONAL RELATIONSHIPS

The Energy Security Act specifies that the Secretary of Agriculture has responsibility for determining national, regional, and local agricultural policy impacts of biomass energy efforts on agricultural supply, production, and use.

<sup>5</sup>The Reagan Administration is planning significant reductions in loan guarantee programs.

เอกสารแนบที่ 7 Two Million Mile Road Test

จากหนังสือในเอกสารแนบที่ ๓. pp. 270-275

One such project was conducted in 1972. This project was a small scale road test with half-ton pickup trucks using Gasohol and regular gasoline.\*

#### TWO MILLION MILE ROAD TEST

In 1973, the Committee reviewed the results of this project. They were encouraged enough to have a large scale automotive fleet demonstration test designed by the University of Nebraska at Lincoln. This road test was designed with the cooperation of the Nebraska Department of Roads and the Department of Chemical Engineering at U.N.L.

Dr. Scheller was designated as the principal investigator in this road test. Dr. Scheller recommended that 200 proof anhydrous ethanol be used for the alcohol in Gasohol. Using this type of alcohol would avoid any water problems and provide good starting in cold weather. So, the official definition of Gasohol became: 10% agriculturally derived (200 proof) anhydrous ethanol and 90% unleaded gasoline. The alcohol for this project and remaining projects was obtained from a Georgia-Pacific Corporation plant in Bellingham, Washington. Georgia-Pacific fermented wood wastes into anhydrous ethanol. This alcohol is chemically identical to alcohol fermented from grain. This alcohol satisfied the Committee's project needs especially since there was no other major fermenter of anhydrous ethanol closely available at that time.

The alcohol was shipped to a Farmland Industries Cooperative Refinery at Phillipsburg, Kansas where it was stored and blended into Gasohol. The Gasohol was shipped to three Department of Roads test stations spread strategically across the State of Nebraska. The Department of Roads furnished 45 vehicles to be fueled with Gasohol; unleaded gasoline, and regular gasoline. The road test began in December of 1974 and was completed in October of 1977. This project was the primary and most comprehensive that the Committee had ever undertaken.

The preliminary results of the Gasohol Two Million Mile Road Test are encouraging. Consumption of Gasohol was about 5% less than for unleaded gasoline. No unusual engine wear or carbon buildup was found. Drivers reported that they experienced no problems of starting, vapor lock, or drivability. The Committee obtained the cooperation of the U.S. Department of Energy on exhaust emission tests at the Bartlesville Research Lab. These tests show that Gasohol emitted one-third less carbon monoxide than unleaded gasoline on the Nebraska road test vehicles. Due to the scale and results of this road test, it gained considerable national recognition.

#### CONSUMER ACCEPTANCE TEST

While the road test was in progress, the Committee increased its pace of activities. One of the most far-reaching Committee projects took place in 1975. An experiment entitled, "The Holdrege Gasohol Consumer Acceptance Test and Marketing Survey" was organized and implemented during that year. After the first positive reports of the road tests were obtained, the Committee decided that the public acceptance of Gasohol should be tested. Arrangements were



made with the Holdrege Cooperative Service Station at Holdrege, Nebraska to sell Gasohol. The cooperation of Farmland Industries, Inc., of Kansas City, Missouri was easily obtained for this experiment since they were already storing the alcohol and blending it with their unleaded gasoline for the road test.

This experiment proved to be extremely successful. What was to be a project spread over a period of nine months to one year turned out to last only 2½ months. The Committee sold approximately 93,000 gallons of Gasohol. The supply of Gasohol was insufficient to meet the demand of consumers. Customers reported increased mileage and performance with Gasohol. The Committee published the sales and consumer acceptance data in December of 1975 after all of the information had been compiled and computed. The Committee concluded from this project that a market for Gasohol definitely existed in Nebraska.

#### FOOD AND FUEL FOR THE FUTURE

The Committee dispelled the misconception in 1976 that food would be taken away from starving people if Gasohol becomes widely distributed. This was done through the auspices of a National Science Foundation grant to the University of Nebraska at Lincoln for research on the extraction of protein from the distillers dried grains of ethyl alcohol fermentation. This extracted protein, commonly called a protein isolate, can be used in human food. This development reveals the prospect that the world's supply of protein can be increased.

This research indicates that when one makes ethyl alcohol from grain, recovers half of the protein from the distiller's by-products, and feeds the remaining residual grain to cattle, 50% more protein is available for human consumption than if the original whole grain had been fed directly to cattle. This research is the reason that the Committee adopted as its motto, "Food and Fuel for the Future," for its Grain Alcohol Program.

#### FEASIBILITY STUDIES

During the last two years the Committee has undertaken many other significant projects related to Gasohol and agricultural product fermentation. In the latter part of 1976, the Committee obtained the services of an outside engineering consulting firm (Stone & Webster Engineering Corporation) to conduct a preliminary economic feasibility study based on a coal-fired ethyl alcohol fermentation plant producing 20 million gallons per year. The study, released in January 1977, revealed that there was a profitable return on the capital investment of approximately \$22 million. The Committee conducted other research on the by-products of ethanol fermentation, such as feeding trials, with promising results.

In August of 1977, the Committee voted, in the midst of much controversy, to undertake a comprehensive economic Gasohol feasibility study recommended by Governor J. James Exon. Governor Exon obtained \$30,000 from the U.S. Department of Energy and \$30,000 from the Old West Regional Commission to finance the feasibility study. An outside consulting firm was selected to conduct the study. The study was completed in July 1978. (The results have

gasoline in amounts up to 30% by volume. This policy is aimed at stabilizing the sugarcane industry, which could harvest a steady amount of sugarcane and yet produce more or less sugar according to the market situation. Molasses, a residue from sugar manufacture, would then be produced in a varying amount and converted into fermentation ethanol which would find an assured market in the gasoline pool. From the available statistics one finds that the amounts of ethanol in blends varied with the region of the country and the time of the year, and seldom went above 10% by volume.

More recently the Brazilian Government has sponsored research in the use of fermentation alcohol in Otto and diesel engines and gas turbines, and development of processes to produce ethanol from other sources such as starch-containing materials (cassava, babassu, etc.) and cellulose-containing materials (wood and crop residues).

Brazil is probably one of the few countries in the world where there is enough land to produce food, feed, fuels and chemicals. Its land area (8,500,000 km<sup>2</sup>) is larger than the whole of Europe, and spreads over favorable latitudes.

A National Alcohol Program (PNA or Proalcool) was established in November 1975 to promote a rapid increase in fermentation ethanol production from sugarcane, cassava and other renewable raw materials. The program provides subsidized financing for new ethanol plants and expansion and revamping of existing distilleries.

#### ALCOHOLS AS FUELS IN BRAZIL

In Brazil, several experiments with the use of straight ethanol as a fuel for Otto engines have been conducted since the 1920s (2)(3).

The use of ethanol-gasoline blends in Brazil was started by 1931, when, by law, imported gasoline was to be blended with 5% by volume of ethanol obtained in the domestic market when available (2).

Anhydrous ethanol production was linked to the sugar industry and followed the irregular pattern shown in Figure 9.1. Ethanol added to gasoline over 1967 through 1977, as shown in Table 9.1, followed a similar behavior. Blending of ethanol with gasoline in recent years was done during the truck loading operation (mainly in the State of Sao Paulo). The proportion of ethanol was set in the range of 10 to 15% by volume as specified by the National Petroleum Council (CNP). Therefore, data in Table 9.1 represent yearly averages.

Occasional erratic performance (vapor lock, etc.) of Brazilian engines fueled with high ethanol blends (up to 30% volume) led to experiments by the automotive industry in Brazil. Experimental studies on straight ethanol were also conducted at universities and research institutes.

In recent years, Air Force Technical Center (CTA) supported by the CNP and the Ministry of Industry and Commerce (MIC) investigated the performance of Brazilian engines fueled with ethanol-gasoline blends. The overall conclusion was that all Brazilian vehicles were fit to burn gasoline blends containing up to 20% ethanol without any engine modification.

เอกสารแนบที่ ๘ Synthetic Resin and Polymers

# USE CHART for Chemicals and Acids

This is a list of many of the common acids and chemicals which have been successfully used with latex tubing. This, of course, is only a small number, as there is no way of knowing all the uses to which this tubing has been put. It should be understood, of course, that any natural rubber product should not be used in conjunction with oil, gasoline, or any petroleum solvent. For specific uses, not listed, it is best to simply try a length of latex tubing to see if it will work successfully. A sample will be furnished upon request.

## CHEMICAL RESISTANCE OF RLP LATEX TUBING

### PROCEDURE:

20 mm samples of ordinary production run (Black and Amber) were immersed in several chemicals for 5 hours at room temperature and examined according to the following scale:

- 0—No swelling or cracking or discoloration  
1—10-25% swelling or cracking or discoloration  
2—25-50% swelling or cracking or discoloration  
3—50% swelling or cracking or discoloration

CHEMICAL	Swelling	Cracking	Discoloration	CHEMICAL	Swelling	Cracking	Discoloration	CHEMICAL	Swelling	Cracking	Discoloration	
A				Dioxane.....			2	0	0	P		
Acetic Acid 10%.....	0	0	0	Dodecyl Phenol.....	1	0	0	Phenyl Hydrazine....	0	0	0	
Acrylonitrile.....	0	0	0	E				Phosphoric Acid 10%	0	0	0	
Ammonia Conc.....	0	0	0	Ethanol.....	0	0	0	Phosphoric Acid				
Ammonia 10%.....	0	0	0	Ethyl Acetate.....	1	0	0	Conc.....	0	0	0	
Amyl Acetate.....	2	0	0	N-Ethyl Aniline.....	1	0	2	i-Propyl Alcohol.....	0	0	0	
Aniline.....	1	0	0	Ethylene Dichloride..	2	0	0	n-Propyl Alcohol.....	0	0	0	
Aqueous Methyl				Ethylene Diamine....	0	0	2	S				
Cellulose.....	0	0	0	Ethylene Glycol.....	0	0	0	Silicone Antifoam				
Aqueous Tannic Acid	0	0	0	F				Liquid.....	0	0	0	
B				Formaldehyde				Silicone Lubricant....	0	0	0	
Benzaldehyde.....	1	0	0	Solution.....	0	0	0	Sodium Bromide				
Benzene.....	3	0	0	G				Sat. Sol.....	0	0	0	
n-Butyl Alcohol.....	0	0	0	Glacial Acetic Acid... 0	0	2	Sodium Carbonate					
C				Glycerine.....	0	0	10%.....	0	0	0		
Calcium Chloride				H				Sodium Carbonate				
Sat. Sol.....	0	0	0	Hydrochloric			Conc.....	0	0	0		
Calcium Hydroxide				Acid 10%.....	0	0	Sodium Chloride					
Sat. Sol.....	0	0	0	I				Sat. Sol.....	0	0	0	
Calcium Nitrate				Methylene Chloride.. 3	0	1	Sodium Hydroxide					
Sat. Sol.....	0	0	0	Mineral Oil.....	1	0	10%.....	0	0	0		
Carbon Tetrachloride	3	0	0	Monoethanol Amine.. 0	0	0	Sodium Hydroxide					
Citric Acid, Aqueous	0	0	0	Morpholine.....	0	0	Conc.....	0	0	0		
Copper Acetate				N				Stearic Acid				
Sat. Sol.....	0	0	0	Nitric Acid 10%..... 0	0	0	(In Acetone).....	0	0	0		
Copper Sulfate				Nonyl Phenol.....	1	0	Sulfuric Acid 20%.... 0	0	0	0		
Sat. Sol.....	0	0	0	N-Octyl Alcohol..... 0	0	0	Sulfuric Acid Conc.... 2	3	3			
Cyclohexanol.....	0	0	0	O				T				
D				Oleic Acid.....	1	0	0	Toluene.....	3	0	0	
Diacetone Alcohol.... 0	0	0		N				Triethanol Amine.... 0	0	0		
Diethanol Amine.... 1	0	0		Nitric Acid 10%..... 0	0	0	W					
Diethyl Amine..... 3	0	1		Nonyl Phenol..... 1	0	0	Water.....	0	0	0		
Diisobutylene..... 3	0	0		N-Octyl Alcohol..... 0	0	0	X					

RUBBER LATEX PRODUCTS DIVISION  
of REICHHOLD CHEMICALS, INC.

Specialists in Pure Latex Tubing Since 1941

## Synthetic Resins and Polymers

**TABLE 51: CELLULOSIC, POLYETHYLENE, POLYPROPYLENE, SARAN, POLYSTYRENE, BUTYLSTYRENE, STYRENE/ACRYLONITRILE, METHYL METHACRYLATE/STYRENE, POLYETHYLENE/ETHYL ACRYLATE RESINS**

The resistance of Dow Chemical Company plastics to various chemicals. They include cellulosic (ETHOCEL), polyethylene, polypropylene, saran, polystyrene (STYRON), butylstyrene (TYBRENE), styrene/acrylonitrile copolymer (TYRIL), methyl methacrylate/styrene copolymer (ZERLON), ethylene/ethyl acrylate copolymer (ZETAFIN). Reference: The Dow Chemical Company, Midland, Michigan.

**Code:**

- E = Excellent
- G = Good, very slight clouding or discoloration
- F = Fair, slight etching, some discoloration and/or some dimensional or weight change
- P = Poor
- N = Not Recommended

CHEMICAL CLASS	ETHOCEL <sup>®</sup>	POLY ETHYLENE Types I, II and III	POLY PROPYLENE	SARAN <sup>®</sup>	STYRON <sup>®</sup>		TYBRENE <sup>®</sup>	TYRIL <sup>®</sup>	ZERLON <sup>®</sup>	ZETAFIN <sup>®</sup>
					Gen. Purpose Grades	Impact Grades				
Acids, Inorganic weak strong strong oxidizing	E	E	E	E	E	G	G	E	E	G
	P	E	E	E	E	G	G	G	N	G
	P	G	G	G	F	F	N	N	N	G
Acids, Organic weak strong	E	E	E	E	E	E	G	E	G	G
	F	E	E	E	G	E	G	G	G	G
Alcohols	N	E	G	E	E	G	F	F	N	F
Aldehydes	N	E	G	G	N	N	N	N	N	F
Amines aliphatic aromatic	E	E	G	G	E	E	G	E	E	G
	E	E	G	P	N	N	N	N	N	G
Bases	G	E	E	G	E	E	E	E	E	G
Beverages	G	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Condiments	G	E	E	E	G	G	E	E	G	E
Esters	N	G	G	E	N	N	N	N	N	F
Foodstuffs	E	E	E	E	E	E	E	E	E	G
Glycols polyglycols polyglycol ethers	G	E	E	E	E	E	E	E	E	G
	N	E	G	G	N	N	N	N	N	F
Hydrocarbons aliphatic aromatic chlorinated	N	N	N	G	N	N	G	E	F	N
	P	N	N	F	N	N	N	N	N	N
	N	N	N	G	N	N	N	N	N	N
Insecticides	N	G	G	F	N	N	N	N	N	F
Ketones	N	G	G	F	N	N	N	N	N	F
Oils essential oils vegetable oils	N	F	F	E	N	N	N	N	N	P
	E	E	E	E	G	G	G	E	G	G
Pharmaceuticals	G	E	E	E	E	E	E	E	E	G
Salts	G	E	E	E	E	E	E	E	E	G

**NOTE OF CAUTION**—This table should be used only as a guide in the absence of data on the specific environment—plastic combination in question under simulated end-use conditions.

Synthetic Resins and Polymers

TABLE 52: NYLON, POLYVINYL CHLORIDE, FLUORINATED, NEOPRENE, BUTYL RUBBER RESINS

The resistance of SOLENOID valves to selected chemicals. Reference: Valcor Engineering Corporation, 365 Carnegie Avenue, Kenilworth, New Jersey.

Code (Body): N = Nylon P = Polyvinyl Chloride T = Teflon  
 Code (Diaphragm):  
 1 = Neoprene 3 = Teflon (polytetrafluoroethylene)  
 2 = Viton (fluorinated elastomer) 4 = Butyl

Acetaldehyde	N2
Acetamide	N4
Acetic Acid	N4
Acetic Anhydride	N4
Acetic Ether	N4
Acetone	N2
Acetylene Tetrabromide	T3
Acrylic Resins (Dispersion)	P2 or T3
Adipic Acid	P4 or T3
Alcohols	N1
Allyl Alcohol	N1
Alum	N1
Alumina	N1
Aluminum Chloride	N1
Aluminum Fluoride	N1
Aluminum Hydroxide	N1
Aluminum Nitrate	N1
Aluminum Oxchloride	P4 or T3
Aluminum Oxide	N1
Aluminum Potassium	N1
Aluminum Sulfate	N1
Ammonium Aluminum	N1
Ammonium Bicarbonate	N1
Ammonia (Liquid)	N1
Ammonia (Gas)	T3
Ammonium Bifluoride	N1
Ammonium Carbonate	N1
Ammonium Chloride	N1
Ammonium Diphosphate	N1
Ammonium Fluoride	N1
Ammonium Hydrosulfide	P1 or T3
Ammonium Hydroxide	N1
Ammonium Metaphosphate	N1
Ammonium Monophosphate	N1
Ammonium Nitrate	N1
Ammonium Persulfate	N1
Ammonium Phosphate	N1
Ammonium Sulfate	N1
Ammonium Sulfide	N1
Ammonium Thiocyanate	N1
Ammonium Triphosphate	N1
Amyl Acetate	N1
Amyl Alcohol	N1
Amyl Chloride	N1
Aniline	N4
Aniline Dyes	N4
Aniline Hydrochloride	T3
Aniline Oil	N4
Anthraquinonesulfonic Acid	T3
Anthraquinone	T3
Antimony Chloride	N2
Antimony Trichloride	N2
Antioxidants	N1
Aqua Regia	T3
Aromatic Fuels	N2
Aromatic Hydrocarbons	N2
Arsenic Acid	N1
Arsenic Trichloride	N1
Arylsulfonic Acid	T3
Barium Carbonate	N1
Barium Chloride	N1
Barium Hydroxide	N1
Barium Nitrate	N1
Barium Sulfate	N1
Barium Sulfide	N1
Beer	N1
Beet Sugar Liquors	N1
Benzaldehyde	N4
Benzene	N2
Benzenesulfonic Acid	N2
Benzoic Acid	T3
Benzol	N2
Bismuth Carbonate	P1 or T3
Black Sulfate Liquor	N4
Bleach, Laundry	N1
Blood	N1
Borax	N1
Boric Acid	N1
Brine Solutions	N1
Bromine, Water	N1
Butadiene	T3

Cadmium Cyanide	N1
Calcium Bisulfite	N1
Calcium Carbonate	N1
Calcium Chlorate	P2 or T3
Calcium Chloride	P2 or T3
Calcium Fluophosphate	N1
Calcium Hydroxide	P2 or T3
Calcium Hypochlorite	P2 or T3
Calcium Nitrate	N1
Calcium Sulfate	P2 or T3
Cane Sugar Syrups	N1
Caprolactam Solution	T3
Carbolic Acid (Phenol)	T3
Carbon Bisulfide	N1
Carbon Dioxide (Gas, Liquid)	N3
(Aqueous Sol)	N1
Carbon Disulfide	P2 or T3
Carbonic Acid	P1 or T3
Carbon Monoxide	N2
Carbon Tetrachloride	N2
Castor Oil	N1
Catechol	T3
Caustic Potash	N1
Caustic Soda	N1
Cellosolve	T3
Chloroacetic Acid	P4 or T3
Chloral Hydrate	P4 or T3
Chloric Acid	T3
Chlorine Dioxide	N1
Chlorine Gas (Wet or Dry)	T3
Chlorine Water	N1
Chloroacetic Acid	T3
Chloroacetone	N4
Chlorobenzene	N2
Chlorobromo Methane	T3
Chlorobutylidene	T3
Chloroform	N2
Chlorosulfonic Acid	T3
Chromic Acid	P2 or T3
Cider	N1
Citric Acid - 100%	P1 or T3
Citric Acid - 10%	N1
Cocconut Oil	N1
Cod Liver Oil	N1
Coffee	N1
Copper Chloride	P2 or T3
Copper Cyanide	P2 or T3
Copper Fluoride	P2 or T3
Copper Nitrate	P2 or T3
Copper Sulfate	P1 or T3
Corn Oil	N1
Cottonseed Oil	N1
Cresote	T3
Cresol	T3
Cresylic Acid	T3
Crotonaldehyde	P2 or T3
Cyanide Plating Solutions	P4 or T3
Cyclohexane	N2
Cyclohexanol	N2
Cyclohexanone	T3
Cyclohexylamine	T3
Deionized Water	N1
Dextrin	N1
Diacetone Alcohol	N4
Diethylamine	N4
Diazo Salts	T3
Dichloroethane	N2
Dichloroethylene	N2
Dichloropentane	N2
Diethanolamine	N4
Diethylbenzene	N2
Diethylene Glycol	N2
Diethyl Sebacate	N4
Diethyl Sulfate	T3
Diglycolic Acid	P2 or T3
Dimethylamine	N4
Dimethyl Aniline	N4
Dimethyl Formamide	N4
Dimethyl Phthalate	N1
Diocetylphthalate	N4

Ethyl Acetate	N4
Ethyl Acrylate	N4
Ethyl Alcohol-95%	N2
Ethyl Aluminum	N2
Ethylbenzene	N2
Ethyl Cellulose	N2
Ethyl Chloride	T3
Ethylene (Liquefied)	N4
Ethylene Bromide	N4
Ethylene Chlorhydrin	N2
Ethylene Dichloride	N4
Ethylene Glycol	N2
Ethylene Oxide	N4
Ethyl Ether	T3
Ethyl Mercaptan	N4
Ethyl Propionate	N4
Ethyl Sulfate	T3
Fatty Acids	N4
Ferric Chloride	P2 or T3
Ferric Nitrate	P2 or T3
Ferric Sulfate	P2 or T3
Ferrous Ammonium Sulfate	N1
Ferrous Chloride	P2 or T3
Ferrous Sulfate	P2 or T3
Fluoboric Acid	P2 or T3
Fluorine (Gas)	T3
Fluosilicic Acid	P2 or T3
Formaldehyde	P2 or T3
Formic Acid	P4 or T3
Freon	N2
Fructose	N1
Fruit Juices	N1
Fumaric Acid	P4 or T3
Furfural	N4
Galic Acid	N1
Gelatine	N1
Glucose	N1
Glycerine	N1
Glycerol	N1
Glycols	N1
Green Sulfate Liquor	N1
Heptane	N2
Hexane	N2
Hexyl Alcohol	N2
Hydrazine Hydrate	T3
Hydrobromic Acid	T3
Hydrochloric Acid-35%	P2 or T3
Hydrochloric Acid-100%	T3
Hydrocyanic Acid	N1
Hydrogen Cyanide	P2 or T3
Hydrofluoric Acid-50%	P2 or T3
Hydrofluoric Acid-100%	T3
Hydrofluosilic Acid-50%	P2 or T3
Hydrofluosilic Acid-100%	T3
Hydrogenated Vegetable Oil	N1
Hydrogen Chloride	T3
Hydrogen Fluoride	T3
Hydrogen Peroxide-90%	P2 or T3
Hydrogen Phosphide	P2 or T3
Hydrogen Sulfide	P2 or T3
Hydroquinone	P2 or T3
Hydroxylamine Sulfate	P2 or T3
Hypochlorous Acid	P2 or T3
Ink	N2
Iodine	T3
Iodoform	T3
Isopropyl Acetate	N4
Isopropyl Alcohol	N1
Isopropyl Ether	N4
Lactic Acid	P2 or T3
Lauroic Acid	N4
Lauryl Chloride	P2
Lead Acetate	P2 or T3
Lead Nitrate	P2 or T3
Lead Sulfamate	P2 or T3
Linoleic Acid	P2 or T3

**TABLE 21: POLYESTER RESINS**

The resistance of polyester resins to chemicals and to various solvents. There are three classes of polyesters. Class I resins are designed to resist mild corrodents and non-oxidizing mineral acids. Class II resins being of the isophthalic type are more resistant as compared with Class I. Class III resins are based on bisphenol-A which include two types; the orthophthalic type, and the isophthalic type. Resins of Class III have the best overall resistance to corrosion. Reference: Interchemical Corporation, 1255 Broad Street, Clifton, New Jersey.

**Code:** R = Recommended NR = Not Recommended RI = Recommended - Intermittent Service

\*Hot may be any temperature between 125°F and 200°F and will vary from resin to resin and with different reagents. For temperatures above 125°F, laboratory coupons should be prepared and subjected to the anticipated environmental conditions.

CONDITION OF EXPOSURE	% Conc	CLASS I General Purpose Type			CLASS II Isophthalic Type			CLASS III Bisphenol A Type		
		Room Temp.	125°F	Hot*	Room Temp.	125°F	Hot*	Room Temp.	125°F	Hot*
Acetic acid	10	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Acetone	75	R	RI	NR	R	R	R	R	R	R
Alcohol, amyl	50	R	NR	NR	R	R	R	R	R	NR
Alcohol, butyl	25	NR	NR	NR	R	R	R	R	R	NR
Alcohol, ethyl		R	R	R	R	R	R	R	R	R
Alcohol, methyl		R	R	R	R	R	R	R	R	R
Aluminum potassium sulfate		RI	NR	NR	R	R	R	R	R	NR
Aluminum sulfate		R	R	NR	R	R	R	R	R	R
Ammonia, aqueous	5	R	RI	NR	R	R	R	R	R	R
Ammonium bicarbonate	28	RI	RI	NR	R	R	R	R	R	R
Ammonium carbonate	20	RI	RI	RI	R	R	R	R	R	R
Ammonium chloride	10	RI	RI	RI	R	R	R	R	R	R
Ammonium nitrate		R	R	NR	R	R	R	R	R	R
Ammonium sulfate		R	R	NR	R	R	R	R	R	R
Amyl acetate	10	NR	NR	NR	R	R	R	R	R	NR
Aniline		R	R	NR	R	R	R	R	R	NR
Aniline sulfate		R	R	R	R	R	R	R	R	R
Barium carbonate		NR	NR	NR	RI	RI	RI	R	R	R
Barium chloride		R	RI	RI	R	R	R	R	R	R
Barium hydroxide		NR	NR	NR	RI	RI	RI	R	R	R
Benzene		NR	NR	NR	R	R	R	R	R	NR
Benzene acid		R	R	R	R	R	R	R	R	R
Boric acid		R	R	R	R	R	R	R	R	R
Butyl acetate		NR	NR	NR	RI	RI	RI	R	R	NR
Butyric acid	25	NR	NR	NR	R	R	R	R	R	NR
Calcium chloride		R	R	R	R	R	R	R	R	R
Calcium hydroxide	Sat.	NR	NR	NR	R	R	R	R	R	R
Calcium hypochlorite	10	RI	NR	NR	R	R	NR	R	R	RI
Calcium sulfate	20	NR	NR	NR	R	R	R	R	R	NR

Synthetic Resins and Polymers

TABLE 36: POLYVINYL CHLORIDE RESINS

The resistance of polyvinyl chloride pipe (RYERTEX-OMICRON PVC), a strong, rigid, unmodified thermoplastic material, to various chemicals. This pipe is resistant to attack by many solutions and gases. Reference: Joseph T. Ryerson & Son, Inc., 203 Westside Avenue, Jersey City, New Jersey 07305.

Code: R = Resistant PR = Partially Resistant A = Attacked

Acetaldehyde	40% aq. Solution	R	R	Barium Carbonate		R	R
Acetaldehyde	100%	A	A	Barium Chloride		R	R
Acetaldehyde with Acetic Acid	99%	R	PR	Barium Hydroxide		R	R
Acetic Acid	1-60%	R	PR	Barium Sulfate		R	R
Acetic Acid	80%	PR	A	Barium Sulfide		R	R
Acetic Acid Glacial	100%	PR	A	Beer		R	R
Acetic Anhydride	100%	A	A	Beet Sugar Liquors		R	R
Acetic Ether	100%	A	A	Benzaldehyde	Any	A	A
Acetone	Any	A	A	Benzene	100%	A	A
Acrylic Acid Ethyl Ester	100%	A	A	Benzol		A	A
Acrylic Resins (dispersion) Commercial		R		Benzoic Acid	Aqueous Solution	R	PR
Adipic Acid	Saturated at 70°	R	PR	Bismuth Carbonate		R	R
Alcoholic Drinks	Commercial	R		Black Liquor		R	R
Allyl Alcohol	96%	PR	A	Bleach	12½% Active Chlorine	R	R
Alum	Saturated	R	R	Borax	Saturated	R	R
Aluminum Chloride	Saturated	R	R	Boric Acid	Saturated	R	R
Aluminum Fluoride		R	R	Bromic Acid	10%	R	R
Aluminum Hydroxide		R	R	Bromine, Liquid	100%	A	A
Aluminum Oxychloride		R	R	Bromine, Vapors		PR	
Aluminum Nitrate		R	R	Bromine Water	Weak	R	R
Aluminum Sulfate	Saturated	R	R	Butane Gas		R	
Ammonia Gas	Dry	R	R	Butadiene	100%	R	R
Ammonia, Liquid	100%	PR	A	Butandiol	10%	R	A
Ammonia, Aqueous Solutions	Saturated	R	R	Butandiol	100%	A	A
Ammonium Bifluoride		R	R	Butanol Primary		R	R
Ammonium Chloride	Saturated at 70°	R	R	Butanol Secondary		R	R
Ammonium Carbonate		R	R	Butyl Acetate		PR	A
Ammonium Fluoride	Up to 25%	R	PR	Butyl Alcohol		R	PR
Ammonium Hydroxide		R	R	Butylene Liquid		R at 20°	
Ammonium Metaphosphate		R	R	Butyl Phenol	100%	R	A
Ammonium Nitrate	Saturated	R	R	Butyric Acid	20%	R	PR
Ammonium Thiocyanate		R	R	Butyric Acid	Concentrated	PR	A
Ammonium Phosphate	Ammoniacal	R	R	Calcium Bisulfate		R	R
Ammonium Phosphate	Neutral	R	R	Calcium Carbonate		R	R
Ammonium Phosphate	Acid	A	A	Calcium Chlorate		R	R
Ammonium Sulfate	Saturated	R	R	Calcium Chloride		R	R
Ammonium Persulfate		R	R	Calcium Hydroxide		R	R
Ammonium Sulfide	Saturated	R	R	Calcium Hypochlorite		R	R
Ammonium Hydrosulfide				Calcium Nitrate		R	R
	Saturated	R	R	Calcium Sulfate		R	R
Amyl Alcohol		R	R	Carbon Dioxide, Gas, Liquid or			
Amyl Acetate		A	A	Aqueous Solutions		R	R
Amyl Chloride		A	A	Carbon Bisulfide	100 mg/l	R	R
Aniline		A	A	Carbon Bisulfide	200 mg/l	PR	PR
Aniline Hydrochloride		A	A	Carbon Bisulfide	700 mg/l	A	A
Anthraquinone		R		Carbon Monoxide		R	R



## Synthetic Resins and Polymers

Chemical and Concentration			Temp °F		Chemical and Concentration			Temp °F		Chemical and Concentration			Temp °F	
			70	140				70	140				70	140
Chloroacetic Acid	100%		R	PR	Fluoboric Acid			R	R	Mercuric Cyanide			R	R
Chloral Hydrate			R	R	Fluorine Gas, Wet			R	R	Mercurous Nitrate			R	R
Chloric Acid	20%		R	PR	Fluosilicic Acid	Up to 32%		R	R	Mercury			R	R
Chlorine Gas, Dry			R	R	Formaldehyde			R	R	Methyl Alcohol (Methanol)	100%		R	R
Chlorine Gas, Wet			R	PR	Formic Acid	Up to 50%		R	PR	Methyl Chloride			A	A
Chlorine Water	Saturated at 70°		R	PR	Formic Acid	100%		R	A	Methyl Ethyl Ketone			A	A
Chlorobenzene			A	A	Fructose			R	R	Methyl Sulfate			R	PR
Chloroform			A	A	Fruit Juices			R	R	Methyl Sulfuric Acid	Up to 100%		R	R
Chlorosulfonic Acid			PR		Furfural			A	A	Methylene Chloride			A	A
Chrome Alum			R	R	Gallic Acid			R	R	Milk			R	R
Chromic Acid	Aqueous Solution		R	R	Gas, Coke Oven			R		Mineral Oil			R	R
Chromic Acid with 1% Sulfuric			R	PR	Gas, Natural or Manufactured			R	R	Mixed Acids			R	PR
Chromic Acid with 20% Sulfuric			PR	A	Gasoline			R	R	Molasses	Commercial		R	R
Citric Acid			R	R	Glycolic Acid	37%		R	R	Naptha			R	R
Copper Chloride			R	R	Glucose	Saturated		R	R	Naphthalene			A	A
Copper Cyanide			R	R	Glycerine	Any		R	R	Nickel Chloride			R	R
Copper Fluoride			R	R	Glycerol	Any		R	R	Nickel Nitrate			R	R
Copper Nitrate			R	R	Glycol	Commercial		R	R	Nickel Sulfate	Saturated		R	R
Copper Sulfate			R	R	Hexanol Tertiary	Commercial		R	R	Nicotine	Commercial		R	R
Cottonseed Oil			R	R	Hexyl Alcohol	Commercial		R	R	Nicotinic Acid			R	R
Cresol	Aqueous Solution		PR	A	Heptane			R	R	Nitric Acid, Anhydrous	98%		A	A
Cresylic Acid	50%		R	R	Hexane			R		Nitric Acid	Up to 68%		R	R
Crode Oil			R	R	Hydrobromic Acid	20%		R	R	Nitrobenzene			A	A
Crotonaldehyde	100%		PR	A	Hydrochloric Acid			R	R	Nitrous Oxide			R	R
Cyclohexanol	100%		PR	A	Hydrocyanic Acid			R	R	Ocenol			R	R
Cyclohexanone	100%		PR	A	Hydrofluoric Acid	50%		R	R	Oils and Fats	100%		R	R
Disodium Phosphate			R	R	Hydrogen			R		Oleic Acid	Commercial		R	R
Dextrin	Saturated		R	R	Hydrogen Peroxide	100%		R	R	Oleum	10%		A	A
Dextrose	Saturated		R	R	Hydrogen Phosphide			R	R	Oxalic Acid	Saturated at 70°		R	R
Diazo Salt Solutions			R	R	Hydrogen Sulfide, Wet or Dry			R	R	Oxygen	Any		R	
Diglycolic Acid			R	R	Hydroquinone			R	R	Ozone	Any		R	
Dichloromethane	100%		A	A	Hydroxylamine Sulfate			R	R	Palmitric Acid	10%		R	R
Dimethylamine, Liquid	100%		PR	40°	Hypochlorous Acid			R	R	Palmitric Acid	70%		R	A
Diocetylphthalate			A	A	Iodine			A	A	Perchloric Acid			R	R
Ethers			A	A	Kerosene			R	R	Petroleum Oils			R	R
Ethyl Acetate			A	A	Lactic Acid	25%		R	R	Phenol	1%		R	R
Ethyl Acrylate			A	A	Lard Oil			R	R	Phenol	90%		R	PR
Ethyl Alcohol	Any		R	R	Lauric Acid			R	R	Phenylhydrazine	100%		A	A
Ethyl Chloride			A	A	Lauryl Chloride			R		Phenylhydrazine Hydrochloride				
Ethyl Ether			A	A	Lead Acetate	Saturated		R	R		Saturated		R	A
Ethylene Bromide			A	A	Linoleic Acid			R	R	Phosgene, Liquid	100%		A	A
Ethylene Chlorohydrin			A	A	Linseed Oil			R	R	Phosgene, Gas	100%		R	
Ethylene Chloride	100%		A	A	Liqueurs			R	R	Phosphoric Acid	Up to 30%		R	R
Ethylene Glycol			R	R	Magnesium Carbonate			R	R	Phosphoric Acid	Over 30%		R	R
Ethylene Oxide			A	A	Magnesium Chloride	Saturated		R	R	Phosphorus, Yellow	100%		R	
Fatty Acids	100%		R	R	Magnesium Hydroxide			R	R	Phosphorus Pentoxide	100%		R	
Ferric Chloride	Saturated		R	R	Magnesium Nitrate			R	R	Phosphorus Trichloride			A	A
Ferric Nitrate			R	R	Magnesium Sulfate	Saturated		R	R	Photographic Solutions	Regular		R	R
Ferric Sulfate			R	R	Malic Acid			R	R	Picric Acid	1%		R	PR
Ferrous Chloride			R	R	Maleic Acid			R	R	Plating Solutions	Regular		R	R
Ferrous Sulfate			R	R	Mercuric Chloride			R	R					

Synthetic Resins and Polymers

TABLE 30: POLYPROPYLENE RESINS

The resistance of polypropylene fiber (HERCULON) to various chemicals. It is resistant to many solutions of acids, mild alkalies, salts, mild oxidizing agents, and mild reducing compounds. Chemically a hydrocarbon, this fiber is affected by acetone, solvents that dissolve hydrocarbons, strong alkalies, acids, and oxidizing agents. Reference: Hercules Powder Co., Fibers Department, Wilmington, Delaware.

Code: NT = Not Tested at the indicated temperature			
Chemicals (By Types)	Concentrations, %	Temperatures Tested	
		70° F.	180° F.
<u>Acids</u>			
Acetic Acid	5	x	x
Acetic Acid	40	x	NT
Acetic Acid	100	x	NT
Benzoic in Isopropanol	3	x	x
Fluosilicic Acid	25	x	x
Formic Acid	5	x	x
Formic Acid	40	x	NT
Formic Acid	87	x	NT
Hydrochloric	37	NT	x
Nitric Acid	1	x	x
Nitric Acid	10	x	NT
Nitric Acid	70	x	NT
Oxalic Acid	5	x	x
Phosphoric Acid	1	x	NT
Phosphoric Acid	10	x	NT
Phosphoric Acid	54	x	x
Phosphoric Acid	70	x	z
Salicylic in Isopropanol	3	x	x
Sulfuric Acid	1	x	x
Sulfuric Acid	10	x	x
Sulfuric Acid	70	x	x
Sulfuric Acid	96	x	NT
<u>Bases</u>			
Ammonium hydroxide	28	x	NT
Sodium hydroxide	1	x	x
Sodium hydroxide	10	x	x
Sodium hydroxide	40	x	x
<u>Oxidizing Agents</u>			
Hydrogen peroxide	0.2 (pH 11.0)	x	NT
Hydrogen peroxide	0.3 (pH 7.0)	x	x
Hydrogen peroxide	0.7 (pH 4.0)	NT	x
Hydrogen peroxide	3.0 (pH 6.0)	x	NT
Textone (sodium chlorite solution)	0.2 (pH 11.0)	NT	x
Sodium hypochlorite	0.1 (pH 10)	x	NT
Sodium hypochlorite	0.40 (pH 11.0)	x	NT

## Synthetic Resins and Polymers

<u>Chemicals (By Types)</u>	<u>Concentrations, Temperatures Tested</u>		
	<u>%</u>	<u>70°F.</u>	<u>180°F.</u>
<u>Reducing Agents</u>			
Stannous chloride in Isopropanol	3	NT	x
<u>Salts</u>			
Copper sulfate	3	x	x
Ferric chloride	3	x	x
Sodium chloride	3	x	x
Sodium chloride	20		215°F.
Sodium metasilicate	1	x	x
Sodium metasilicate	10	x	x
Zinc chloride	3	x	NT
<u>Other Chemicals</u>			
Amyl Alcohol	100	x	NT
Benzaldehyde	100	x	NT
Benzene	100	x	NT
Carbon Disulfide	100	x	NT
Carbon Tetrachloride	100	x	NT
Chloroform	100	x	NT
Cottonseed Oil	100	x	NT
Ethyl Acetate	100	x	NT
* Ethyl Alcohol (denatured)	100	x	NT
Ethyl Ether	100	x	NT
Ethylene Glycol	100	NT	x
Formaldehyde	10	x	NT
Glycerin	100	NT	x
Gum Turpentine	100	x	x
Kerosene	100	x	NT
Pure Lard	100	x	NT
Pure Raw Linseed Oil	100	x	NT
Methyl Alcohol	100	x	NT
Nitrobenzene	100	x	NT
Paraffin Oil (mineral oil)	100	NT	x
Perclene	100	x	x
Phenol (carbolic acid)	5	NT	x
Phenol (carbolic acid)	100	NT	x
Stoddard Solvent	100	NT	x
Tetra chloroethane	100	x	NT

เอกสารแนบที่ ๑ Metals and Alloys

## Metals and Alloys

**TABLE 78: ALUMINUM**

The resistance of aluminum to the corrosion of various chemicals. It is resistant to solvents, oils, food products, and concentrated nitric acid. Reference: Kaiser Aluminum & Chemical Corp., 300 Lakeside Drive, Oakland, California 94604.

**Code:** A—Corrosion possibility so slight as to be negligible.  
 B—Corrosion resistance high enough so that satisfactory service can be expected with proper design.  
 C—Fair resistance, with satisfactory service only under specific conditions. Aluminum not recommended without additional data. Kaiser Aluminum representative should be consulted.

Acetaldehyde..... A	Cresol (below 212°F)..... A	Maleic Acid..... B	Resins..... A
Acetanilide..... A	Cyclohexane..... A	Methylamine..... A	Resorcinol..... A
Acetic Acid, Dilute..... B		Methyl Cyclohexamine..... A	Rubber..... A
Acetic Acid, Glacial..... A	Diethyl Ether..... A	Methyl Formate..... A	
Acetic Anhydride..... A	Dipentene..... A	Methyl Salicylate..... A	Salicylic Acid..... A
Acetone..... A	Diphenyl Ether..... A	Mineral Oils..... A	Sewage..... A
Acetylene (dry)..... A	Distilled Water..... A	Monooethanolamine..... A	Shellac..... A
Acrylic Acid (glacial)..... A	Dyestuffs..... B		Soap..... C
Acrylonitrile (dry)..... A		Naptha..... A	Sodium Acetate..... A
Acrylonitrile (wet)..... B	Ethers..... A	Naphthalene..... B	Sodium Bicarbonate (dry)..... B
X Alcohols..... B	Ethyl Chloride (dry)..... A	Naphthol..... A	Sodium Borate..... B
Aluminum Chloride..... C	Ethylene..... A	Naphthylamine..... C	Sodium Carbonate..... C
Aluminum Nitrate (no free nitric acid)..... A	Ethylene Glycol..... B	Naphthenic Acids (up to 180 F)..... A	Sodium Chlorate..... B
Aluminum Sulfate..... B	Ethyl Oxalate..... A	Nickel Acetate (up to 10% conc.)..... C	Sodium Chloride..... B
Ammonia (dry)..... A	Fats..... A	Nitric Acid (above 80%)..... A	Sodium Chromate..... A
Ammonium Bicarbonate..... A	Fatty Acids..... A	Nitrocellulose..... A	Sodium Cyanide..... C
Ammonium Carbonate..... B	Ferric Nitrate..... C	Nitrogen..... A	Sodium Nitrate..... A
Ammonium Hydroxide..... C	Ferrous Ammonium Sulfate..... B	Nitrogen Peroxide (dry)..... A	Sodium Oxalate..... B
Ammonium Nitrate (no free nitric acid)..... A	Ferrous Sulfate..... B	Nitrogen Peroxide (wet)..... C	Sodium Sulfate..... B
Ammonium Sulfate (no free sulfuric acid)..... B	Formaldehyde..... B	Nitroglycerine..... A	Sodium Sulfo cyanide..... A
Ammonium Sulfide..... A	Freon 11, 113..... B	Nitrous Acid..... B	Sodium Thiosulfate..... B
Ammonium Thiocyanate (pure)..... A	Freon 12, 22, 112, 114..... A	Nitrous Oxide (dry)..... A	Steam, Low Pressure..... A
Amyl Acetate..... A	Furfural..... A	Nitrous Oxide (wet)..... C	Stearic Acid..... A
Aniline (liquid)..... B	Gas, Illuminating..... A	Oils, Fuel and Lube..... A	Streptomycin..... A
Aniline (vapors)..... A	Gases, Flue..... A	Oleic Acid..... A	Succinic Acid..... A
Animal Oils..... A	Gasoline (anhydrous)..... A	Organic Amines..... B	Sulfur Dioxide (dry)..... A
Asphalt..... A	Gelatin..... A	Oxalic Acid..... B	Sulfuric Acid (fuming)..... B
	Gluconic Acid..... A	Oxygen..... A	Sulfurous Acid..... C
	Glucose..... A	Ozone (wet)..... A	Synthetic Rubbers..... A
	Glycerin (pure)..... A		Tannic Acid (pure)..... A
	Glyceryl Phosphate..... A	Paints..... A	Tars..... A
		Palmitic Acid..... B	Tartaric Acid..... B
		Paraldehyde..... B	Tetramine..... A
		Peanut Oil..... A	Toluene..... A
		Phenol (up to 212°F)..... A	Triacetin..... B
		Phosphorus (dry)..... A	Trichlorethylene (dry)..... B
		Phosphorus Pentoxide (dry)..... A	Trisodium Phosphate..... C
		Phthalic Acid (pure)..... A	Turpentine..... A
		Picric Acid..... A	
		Pinene..... A	Ultramarine..... A
		Pine Oil..... A	Urea..... A
		Plastics..... A	Valeric Acid (up to 50% conc.)..... A
		Potassium Bromide..... B	Varnish Solvents..... A
		Potassium Carbonate..... C	Water, Distilled..... A
		Potassium Chlorate..... A	Water, Industrial..... B
		Potassium Chloride..... B	Water, Sea..... B
		Potassium Cyanide..... C	Waxes..... A
		Potassium Dichromate..... A	
		Potassium Ferricyanide..... A	Xylene..... A
		Potassium Nitrate..... A	
		Potassium Permanganate..... A	Zinc Acetate (up to 10% conc.)..... A
		Potassium Sulfate..... A	Zinc Sulfate (up to 10% conc.)..... C
		Propionic Acid..... B	Zinc Oxide (up to 10% conc.)..... B
		Propylene Glycol..... A	
		Pyridine..... B	
Calcium Chloride..... C	Iodine..... C		
Calcium Hydroxide..... C	Isobutane..... A		
Calcium Sulfide..... B			
Carbolic Acid (phenol) (below 212°F)..... A	Kerosene..... A		
Carbon Dioxide..... A	Lacquers..... A		
Carbon Disulfide..... A	Lactic Acid..... B		
Carbonic Acid (dilute)..... A	Latex..... A		
Carbon Monoxide..... A	Lead Acetate, Basic..... C		
Carbon Tetrachloride (dry)..... B	Lead Arsenate..... B		
Cellulose Acetate..... A	Lignite Wax..... A		
Chlorine (dry)..... A	Lime..... B		
Chloromycetin..... A	Linseed Oil..... A		
Chromic Nitrate..... B	Liquid Fuels..... A		
Citric Acid..... B	Lubricating Oils..... A		
Cresosote..... B	Magnesium Chloride..... C		

## Metals and Alloys

**TABLE 91: STAINLESS STEEL**

The resistance of stainless steels to various chemicals. Grades of these steels include: 302; 316; 410; 430. The various grades cover a wide range of corrosion resistance. However, there are some corroding media which will attack all steels. Reference: Crucible Steel Company of America, Four Gateway, P.O. Box 88, Pittsburgh, Pennsylvania 15230.

**Code:** I = Fully Resistant  
 II = Satisfactorily Resistant  
 III = Fairly Resistant  
 IV = Slightly Resistant

V = Non Resistant  
 \* Pitting may occur under certain conditions  
 \*\* Solution should be kept alkaline  
 ° Attack may occur when sulfuric acid is present.

Media	Testing Temperature F	Crucible			
		302	316	410	430
Sulfuric Acid *	70	I	I	I	I
	Boiling	I	I	I	I
50%	70	I	I		
	Boiling	II	I		
80%	70	I	I		
	Boiling	III	I		
100%	70	I	I	I	I
	Boiling	IV	I*		
100% at 150 psi	400	V	II	V	V
Sulfuric Vapors	Hot	V	III		
30% Sulfuric Anhydride	Hot	III	II		
	70	I	I		V
Acetone	Boiling	II	I*		
	70	I	I	II	II
Ethyl Chloride (Dry)	Boiling	I	I		
	Cold	II	I		
Ethylene	70	I	I	II	
	Concentrated	70	I	I	
Commercially pure	70				I
Hard Mine Water	70	I	I		
Hydrofluoric	70	I	I		
Aqueous Solution	70	I	I		
Alcohol	70	I	I		I
Aluminum (Molten)	Hot	I	I		I
	1375	V	V	V	V
Aluminum Acetate	70	I	I		
Saturated	Boiling	I	I		
Aluminum Chloride	70	IV	III		IV
Aluminum Fluoride	70	IV	III		IV
Aluminum Hydroxide					
Saturated		I	I		I
Aluminum Potassium Sulphate (Alum)					
10%	70	II*	I*		II*
Saturated Hot	Boiling	III	I		III
	Boiling	III	II		IV

Media	Testing Temperature F	Crucible			
		302	316	410	430
Aluminum Sulfate 10%	70	II*	I*		IV
	Boiling	II	I		V
Saturated	70	II*	I*		IV
	Boiling	III	II		V
Ammonia All Concentrations	70	I	I		I
	Boiling	I	I		I
Ammonia Liquor	70	I	I		I
	Boiling	I	I		I
Ammonium Bicarbonate	70	I	I		
	Hot	I	I		
Ammonium Carbonate 1% and 5% Still	70	I	I	II	I
	Aerated	70	I	I	II
Agitated	70	I	I	II	I
	70	I	I	II	I
Ammonium Chloride	10%				
	Boiling	II*	I*		
	20%	II*	I*		
50%	Boiling	III*	II*		
Ammonium Nitrate Saturated at 212 F	Boiling	I	I	I	I
	Dissolved in conc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	140	I	I	
	250	II	II		
Ammonium Oxalate 5%	70	I	I	I	I
Ammonium Persulphate 5%	70	I	I	I	I
Ammonium Perchlorate 10%	Boiling	I	I		
Ammonium Sesqui-carbonate Saturated	Boiling	I	I		
Ammonium Sulfate 10%	Boiling	II*	I*		
	Saturated	Boiling	II*	I*	

Metals and Alloys

TABLE 94: COPPER, BRASS, BRONZE, NICKEL ALLOYS

The resistance of these alloys to various chemicals and solvents. Reference: The American Brass Co., Waterbury, Connecticut.

Code: A = Suitable under most conditions of use  
 B = Good resistance; may replace a metal rated "A" if better suited for a particular use  
 C = Fair resistance  
 D = Not suitable

	COPPER		LOW-ZINC BRASS		HIGH-ZINC BRASS		SPECIAL BRASS			PHOSPHOR BRONZE		ALUMINUM BRONZE		COPPER-SILICON ALLOYS		CUPRO NICKEL	NICKEL SILVER		
	ELECTROLYTIC TOUGH PITCH-100	PHOSPHOR-IZED-103	COMMERCIAL BRONZE-14	RED BRASS-24	CARTRIDGE BRASS-42	ARCHITECTURAL BRONZE-280	MUNIZ METAL-66	TOBIN BRONZE-452	ARSENICAL ADMIRALTY-439	AMBRALLOY-977	PHOSPHOR BRONZE (A)-351	PHOSPHOR BRONZE (D)-354	AMBRALLOY-901	AMBRALLOY-917	EVERDUR-1010	EVERDUR-1015	CUPRO NICKEL 10%-795	CUPRO NICKEL 30%-702	NICKEL SILVER 18%-719
Acetic Acid	B	B	B	B	D	D	D	D	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Acetic Anhydride	B	B	B	B	D	D	D	D	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Acetone	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Acetylene*	D	D	D	D	D	A	A	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
X Alcohols	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Alum	B	B	B	B	D	D	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Alumina	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Aluminum Chloride	B	B	B	B	D	D	D	D	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Aluminum Hydroxide	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Aluminum Sulfate	B	B	B	B	D	D	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Ammonia, absolutely dry	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ammonia, moist	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D
Ammonium Hydroxide	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D
Ammonium Chloride	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D
Ammonium Nitrate	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D
Ammonium Sulfate	C	C	C	C	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C
Amyl Acetate	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Amyl Alcohol	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Aniline	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Aniline Dyes	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Asphalt	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Atmosphere, Industrial	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Atmosphere, Marine	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Atmosphere, Rural	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Barium Carbonate	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Barium Chloride	B	B	B	B	D	D	D	D	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Barium Hydroxide	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Barium Sulfate	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Barium Sulfide	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	B
Beer**	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Beet Sugar Syrups	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Benzene	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Benzoic Acid	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Benzol	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Black Liquor, Sulfate Process	C	C	C	C	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C
Bleaching Powder, Wet	B	B	B	B	D	D	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Borax	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Bordeaux Mixture	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Boric Acid	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Brines	B	B	B	B	D	D	D	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Bromine, Dry	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Bromine, Moist	B	B	B	B	D	D	D	D	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Butane	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Butyl Alcohol	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Butyric Acid	A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Calcium Bisulfite	B	B	B	B	D	D	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Calcium Chloride	B	B	B	B	D	D	D	C	B	B	B	A	B	B	B	A	A	A	A
Calcium Hydroxide	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Calcium Hypochlorite	B	B	B	B	D	D	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Cane Sugar Syrups	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Carbolic Acid	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Metals and Alloys

TABLE 95: BRASS, BRONZE, MONEL, STAINLESS STEEL, COPPER, ALUMINUM, NYLON

The resistance of these materials to various chemicals. Reference: M.M. Harper Co., Morton Grove, Illinois.

	BRASS AND NAVAL BRONZE	SILICON BRONZE	MONEL METAL	STAINLESS TYPES 316, 416 AND 430	STAINLESS TYPES 302, 304, 304 AND 305	STAINLESS TYPE 316	COPPER	ALUMINUM	NYLO-FAST
Acetate Solvents, Crude	F	G	G	G	E	E	G	E	G
Acetate Solvents, Pure	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Acetic Acid, Crude	F <sup>1</sup>	G	G	NG <sup>2</sup>	G	E	G	G	NG
Acetic Acid (Pure)	F <sup>1</sup>	G	G	NG <sup>2</sup>	G	E	G	E	NG
Acetic Acid Vapors	NG	G	F	NG	G	E	G	G	NG
Acetic Anhydride	NG	G	G	NG	G	E	G	E	NG
Acetone	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Acetylene	'	NG	G	E	E	E	NG	E	
Alcohols	G	E	E	E	E	E	E	G	G
Aluminum Sulfate	F <sup>1</sup>	G	G	NG	F	G	G	F	NG
Alums	F <sup>1</sup>	G	G	NG	F	G	G	E	F
Ammonia Gas <sup>4</sup>	NG <sup>2</sup>	'	'	E	E	E	'	E	G <sup>36</sup>
Ammonium Chloride	F <sup>1</sup>	G	E	F	F	E	G	NG	F
Ammonium Hydroxide	NG	NG	F	E	E	E	NG	G	G <sup>36</sup>
Ammonium Nitrate	NG	F	F	E	E	E	F	E	F
Ammonium Phosphate (Ammoniacal)	NG	NG	G	E	E	E	NG	NG	G
Ammonium Phosphate (Neutral)	F	F	G	G	E	E	F	F	E
Ammonium Phosphate (Acid)	F <sup>1</sup>	F	G	F	G	E	F	F	F
Ammonium Sulfate	F <sup>1</sup>	F	G	G	E	E	F	G <sup>33</sup>	F
Asphalt	G	E	E	G	E	E	E	E	E
Beer	G	G	E	'	E	E	G	E	E
Beet Sugar Liquors	G	E	E	G	E	E	E	E	G
Benzene or Benzol <sup>8</sup>	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Benzine <sup>8</sup>	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Borax	G	G	E	E	E	E	G	G	G
Boric Acid	F <sup>1</sup>	G	E	F	G	E	G	E	G
Butane, Butylene, Butadiene <sup>9</sup>	E <sup>24</sup>	E <sup>24</sup>	E	E <sup>10</sup>	E <sup>10</sup>	E <sup>10</sup>	E <sup>24</sup>	E	E
Calcium Bisulfite	NG	G	NG	NG	G	E	G	NG	G
Calcium Hypochlorite	F	F	F	NG	F	G	F	NG	F
Cane Sugar Liquors	G	E	E	G	E	E	E	E	G
Carbon Dioxide (Dry)	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Carbon Dioxide (Wet) and (Aqueous Solution)	F <sup>11</sup>	G <sup>11</sup>	G <sup>11</sup>	E <sup>11</sup>	E	E	G <sup>11</sup>	E	E
Carbon Disulfide	F	NG	F	G	E	E	NG	E	E
Carbon Tetrachloride <sup>12</sup>	E	E	E	E	E	E	E	G	E



เอกสารแนบที่ 10 Ethanol Production and Use in Brazil  
จากหนังสือในเอกสารแนบที่ ๓ pp. 279-300

The following premises were assumed (4):

In 1985, total production of ethanol would reach 5 million cubic meters;

By 1980, about 80% of the Proalcool production approved by June 1977 would be in operation;

In 1985, production of cassava ethanol would attain 1 million cubic meters;

Cassava ethanol production would be slow in taking off due to expectation over the first project's performance and to the longer implementation period;

The first coal gasification plant in Brazil could produce 1,500 tons methanol per day (although it is planned to produce ammonia); and

Regular gasoline consumption growth rate (including ethanol) is: 2% pa, 1977 through 1980; and 5% pa, 1980 through 1985.

#### Otto Engines with Ethanol Blends

Two types of automotive gasolines, A and B, are marketed in Brazil. Type A is the regular gasoline with 73 MON minimum rate. Consequently, most Brazilian Otto engines have a compression ratio of about 7:1. The addition of 5% volume ethanol to this type of gasoline results in an increase of 2 MON units. Such relatively high increases result from the fact that alcohols blending octane values (BOV) are higher for lower octane number gasolines.

Type B is the Brazilian premium automotive gasoline with an 82 MON minimum rating. This type of gasoline is not commercially blended with ethanol. Its consumption has decreased due to the current pricing policy for oil-derived fuels. In 1976, type B represented only 1.2% of total gasoline consumption in Brazil.

Most Brazilian engines still operate with a rich mixture (excess fuel relative to the stoichiometric air-fuel ratio). Therefore, driveability and fuel economy are not expected to be greatly affected with alcohol additions up to 20% volume. The so-called "alcohol leaning effect" is the primary cause for reduction of HC and CO emissions, but  $\text{NO}_x$  and aldehydes emissions are expected to increase (7).

Until 1978 Brazil did not have automobile emission standards; however, specific HC and CO exhaust emission legislation for used vehicles (Otto engines) was expected for 1978, based on yearly compulsory tuning following manufacturer's recommendations. Emission legislation for new vehicles will probably be established by 1979-1980 based on the U.S. 1975 Federal Test Procedure.

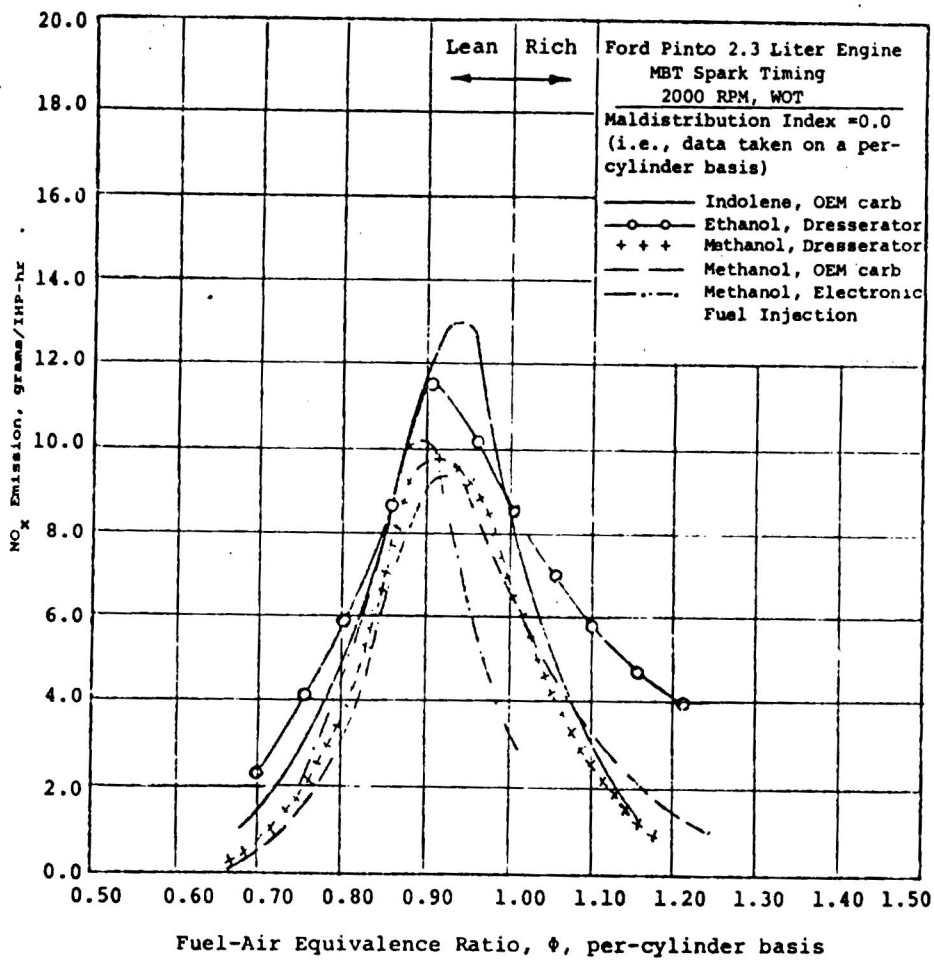
Since the alcohol content in gasoline affects emission levels, the alcohol content should be kept constant through the year, at least in the main cities where the automotive pollution is more critical and its control more needed. The city of Sao Paulo and others have already started consuming blends with steady ethanol contents. Today, there are about 20 blending stations all over the country.

From June 1977 through May 1978, it is expected that all regular gasoline marketed in the city of Sao Paulo (1,300,000 vehicles equipped with Otto

Since different induction equipment was used for the three test fuels, caution must be exercised in interpreting these results. The most directly comparable are those generated with the Dresserator for ethanol and methanol. Neither set of alcohol data can be compared directly to the Indolene test results since the stock carburetor was the only metering device used with Indolene.

General Motors (4) has reported results of EPA CVS-3 testing using a 1974 (Brazilian) Chevrolet 151 CID sedan operated on 5, 10 and 20 volume percent blends of ethanol with gasolines of two different volatilities. Emissions measured during the GM test showed reduced HC and CO, but increased  $\text{NO}_x$  and aldehydes.

Figure 10.5: Steady State WOT  $\text{NO}_x$  Emissions vs Fuel-Air Equivalence Ratio for Neat Alcohols and Indolene (3)



Source: DOE HCP/M2923-01

เอกสารแนบที่ 11 ตารางแสดงส่วนประกอบของไอเสียที่ความเร็วต่าง ๆ  
โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ตารางแสดงส่วนประกอบของไอเสียที่ความเร็วต่าง ๆ

โดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ความเร็ว กม./ชม.	เชื้อเพลิง	ไอเสีย (%)	
		CO	HC
80	15 %	0.015	0.23
	20 %	0.015	0.35
	เบนซินพิเศษ	0.05	0.37
	เบนซินธรรมดา	0.11	0.40
80	15 %	0.025	0.20
	20 %	0.015	0.35
	เบนซินพิเศษ	0.025	0.30
	เบนซินธรรมดา	0.20	0.35
100	15 %	0.725	0.50
	20 %	0.475	0.50
	เบนซินพิเศษ	0.95	0.50
	เบนซินธรรมดา	0.95	0.50

**เอกสารแนบที่ 12** รายงานผลการทดลองใช้น้ำมันก๊าดโซลล์เป็นเชื้อเพลิง  
กับรถยนต์วิ่งระยะทางไกลของ วท.

รายงานผลการทดลองใช้น้ำมันก๊าดโซลด์ เป็น เชื้อเพลิง

กับรถยนต์วิ่งระยะทางไกลของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1. หัวข้อการทดลอง

- 1.1 ทดลองหาแรงที่ความเร็วตั้งแต่ 40 กม./ชม. ขึ้นไป (ใช้เกียร์ 4)
- 1.2 ทดลองหาความเร็วสูงสุดที่วิ่งได้
- 1.3 ทดลองหาความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงบนทางราบที่ความเร็ว ๑๐, ๕๐ และ 100 กม./ชม. และหาความสิ้นเปลืองตามสภาพภูมิประเทศและสภาพที่มีการจราจร
- 1.4 ทดลองชมรรถนะในการขึ้นที่สูง
- 1.5 ความสึกหรอของเครื่องยนต์
- 1.6 อาการต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น การน็อค, ความร้อน, การเร่ง, การติดเครื่องขณะอากาศเย็น, การเกิด vapour lock, การเผาไหม้, การสิ้น ฯลฯ

2. เชื้อเพลิง

ก๊าดโซลด์ซึ่งมีแอลกอฮอล์ผสม 15 % และ 20 % น้ำมันเบนซินธรรมดา และน้ำมันเบนซินพิเศษ

3. ผู้ร่วมเดินทางทดลอง

1. นายบุญตั้ง แสงทอง
2. นายอำพล เอื้ออารี
3. นายวิชา ดันวีระชัยสกุล
4. นายละเอียด สุบรรณจ้อย
5. นายประสิทธิ์ รื่นศิลป์
6. นายดำรงค์ คามีสักดิ์
7. นายอรชุน แก้วกิ่งวาล

หมายเหตุ การทดลองใช้ผู้ขับขี่เพียงคนเดียวตลอด

4. ยานพาหนะ

กัทสัน 120 วาย อายุใช้งาน 7 ปี

## 5. เส้นทาง

1. สถาบันฯ - สิงห์บุรี - พิษณุโลก - อุตรดิตถ์ - ลำปาง - เชียงใหม่ - เชียงราย  
แม่สาย - พะเยา - ลำปาง - อุตรดิตถ์ - พิษณุโลก - สถาบันฯ
2. สถาบันฯ - สิงห์บุรี - พิษณุโลก - สิงห์บุรี - ลพบุรี - สระบุรี - สถาบันฯ

## 6. วิธีการทดลอง

ปรับ เครื่องยนต์ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต แล้วปรับอัตราส่วนผสม เชื้อเพลิง-อากาศให้  
สามารถใช้ได้กับ เชื้อเพลิงที่จะทดลอง

การทดลองตามหัวข้อการทดลองที่ 1.1, 1.2, 1.3 และ 1.4 ได้มีการดัดแปลงระบบ  
เชื้อเพลิงใหม่ โดยการใช้ถุงน้ำเกลือ เป็นถัง เชื้อเพลิงแขวนไว้ที่ขอบบนของประตูลังของรถยนต์  
ต่อสายน้ำมัน เชื้อเพลิงจากถุงน้ำเกลือ เข้า เครื่องยนต์ที่ปัม AC

สำหรับการขับในระยะทางไกล จะใช้เชื้อเพลิงจากถังน้ำมันของรถโดยตรง สำหรับ  
ก๊าซโซฮอล์ชนิดที่มีแอลกอฮอล์ผสม 15 % แต่สำหรับ เชื้อเพลิงอื่น ๆ จะใช้ถังจาก เชื้อเพลิงที่เตรียมไป

### 6.1 การทดลองหาอัตราเร่ง

จับ เวลาในการเร่งจาก 40 กม./ชม. จนถึงความเร็วต่าง ๆ คือ 40-60  
กม./ชม., 40-80 กม./ชม., 40-100 กม./ชม., 60-80 กม./ชม. 60-100 กม./ชม.  
และ 80-100 กม./ชม.

### 6.2 การหาความเร็วสูงสุด

เร่ง เครื่องยนต์และวิ่งบนทางราบจนได้ความเร็วสูงสุด

### 6.3 การหาความสิ้นเปลือง

1. บนทางราบ เต็มเชื้อเพลิงครั้งละ 1000 ลบ.ซม. ลงในถุงน้ำเกลือ  
แล้วขับที่ความเร็วต่าง ๆ (คงที่) จนหมด เชื้อเพลิง แล้วบันทึกเทียบกับระยะทางที่ขับได้
2. ตามสภาพภูมิประเทศและการจราจร บันทึกระยะทางจาก เครื่องวัดใน  
รถและปริมาณเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ใช้

### 6.4 การทดลองสมรรถนะในการขึ้นที่สูง

ได้ทำการทดลอง 2 แห่ง โดยเร่งเครื่องยนต์จากจุดต่ำสุดของเนินสูงจนได้ความ  
เร็วสูงสุดของเกียร์ 4 แล้วขับต่อไปจนถึงยอดเนิน บันทึกความเร็วสูงสุดและต่ำสุด



นอกจากนี้ยังได้เทียบความถูกต้องของ เครื่องวัดความเร็วและระยะทางของรถ ด้วยโดยการเทียบระยะบนหลักกิโล เมตรของทางหลวง พบว่าระยะที่อ่านได้จาก เครื่องวัดมากกว่า หลักกิโล เมตรอยู่ 0.5 %

7. ผลของการทดลอง

7.1 อัตราเร่ง

หน่วย เป็นวินาที

ความเร็ว กม./ชม.	เชื้อเพลิง			
	15 % แอลกอฮอล์	20 % แอลกอฮอล์	เบนซินพิเศษ	เบนซินธรรมดา
40-60	7.71	8.64	8.04	10.11
60-80	16.64	16.52	15.81	19.71
80-100	26.47	27.08	23.85	29.73
60-80	8.55	9.65	8.98	9.67
60-100	17.94	17.92	16.83	21.46
80-100	10.93	10.31	9.58	10.64

ความเร็วที่แสดงเป็นความเร็วจาก เครื่องวัดความเร็วในรถ

7.2 ความเร็วสูงสุดที่รถวิ่งได้

ก๊าซโซฮอล์ชนิดผสม 15 % แอลกอฮอล์ ได้ความเร็วสูงสุด 146 กม./ชม.

ก๊าซโซฮอล์ชนิดผสม 20 % แอลกอฮอล์ ได้ความเร็วสูงสุด 152 กม./ชม.

เบนซินพิเศษ ได้ความเร็วสูงสุด 146 กม./ชม.

เบนซินธรรมดา ไม่ได้ทำการทดลอง

หมายเหตุ ความเร็วที่ได้เป็นความเร็วที่อ่านจาก เครื่องวัด

7.3 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ความสิ้นเปลืองบนทางราบ

ความเร็ว (กม./ชม.)		เชื้อเพลิง	ความสิ้นเปลือง					
อ่านจาก เครื่องวัด.	เทียบกับ หลัก กม.		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		เฉลี่ย	
			จากเครื่อง	เทียบ	จากเครื่อง	เทียบ	จากเครื่อง	เทียบ
			กม.	กม.	กม.	กม.	กม.	กม.
60	54	15 %	22.4	24.5	23.0	21.0	22.7	20.8
		20 %	22.8	20.9	21.6	19.8	22.2	20.3
		เบนซินพิเศษ	22.6	20.7	23.2	21.2	22.9	20.9
		เบนซินธรรมดา	-	-	22.6	20.6	22.6	20.7
60	72.7	15 %	18.8	17.0	19.2	17.6	18.8	17.3
		20 %	19.8	18.1	18.5	18.9	19.2	17.6
		เบนซินพิเศษ	20.0	18.3	21.3	19.5	20.6	18.8
		เบนซินธรรมดา	-	-	18.9	17.3	18.9	17.3
100	88.9	15 %	17.3	15.8	17.0	15.6	17.2	15.7
		20 %	17.8	16.3	16.6	15.2	17.2	15.7
		เบนซินพิเศษ	18.0	16.5	18.9	17.3	18.4	16.8
		เบนซินธรรมดา	-	-	18.4	16.8	18.4	16.8

ความสิ้นเปลืองตามสภาพภูมิประเทศ และสภาพที่มีการจราจร

เชื้อเพลิง	ความสิ้นเปลือง (กม./ลิตร)					
	อ่านจาก เครื่องวัด			เทียบหลัก กม.		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
15 %	14.86	12.62	13.74	13.60	11.55	12.57
20 %	13.77	13.09	13.43	12.60	11.98	12.29
เบนซินพิเศษ	13.00	14.77	13.88	11.90	13.51	12.70
เบนซินธรรมดา	-	-	-	-	-	-

7.4 การทดสอบสมรรถนะในการขึ้นที่สูง

เชื้อเพลิง	ความเร็วสูงสุด กม./ชม.	
	ชั้น เนิมที่ 1	ชั้น เนิมที่ 2
15 %	95	59
20 %	99	59
เบนซินพิเศษ	90	57
เบนซินธรรมดา	-	56

หมายเหตุ เนิมที่ 1 ความชันน้อยกว่า เนิมที่ 2 จึงได้ความเร็วสูงกว่า

7.5 การสึกหรอ

จากการตรวจสภาพคาร์บิวเรเตอร์ไม่พบสารที่ตกตะกอนในคาร์บิวเรเตอร์

7.6 อาการของเครื่องยนต์

- 7.6.1 ไม่พบการน็อคของเครื่องยนต์จากการใช้ก๊าซโซฮอลล์ทั้ง 2 ชนิด
- 7.6.2 อุณหภูมิ เครื่องยนต์ เมื่อใช้ก๊าซโซฮอลล์ต่ำกว่าใช้เบนซินเล็กน้อย
- 7.6.3 การสตาร์ทเครื่องยนต์ขณะอากาศเย็น ใช้ก๊าซโซฮอลล์สตาร์ทครั้งแรกได้ยวติค และให้การเผาไหม้ดีมาก สังเกตจากมีน้ำไหลออกจากท่อไอเสียเมื่อเริ่มสตาร์ทมาก
- 7.6.4 การขับขึ้น เนิมสูง ๆ ไม่พบอาการแตกต่างของการใช้เชื้อเพลิงทุกชนิด
- 7.6.5 การเผาไหม้ของก๊าซโซฮอลล์สะอาดมาก โดยสังเกตจากสีของท่อไอเสีย
- 7.6.6 ไม่มีอาการ Vapour lock ไม่ว่าจะขับในสภาพอากาศเช่นใด ซึ่งมีทั้ง กลางวันร้อนจัด และฝนตก (อาการ Vapour lock จะเกิดขณะ อากาศร้อนจัด)
- 7.6.7 เครื่องยนต์เดิน เรียบ เช่นเดียวกับใช้น้ำมัน เบนซิน

*BT 19521*

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)



BT19521