

Reference

1. Gerdemen D.A. and Heeht N.L. ARC PLASMA TECHNOLOGY IN MATERIAL SCIENCE. New York. Springer-Verlag 1972.
2. Smart R.F. and Catherall J.A. PLASMA SPRAYING. Great Britain. Butler & Tanner. 1972.
3. ALTHOUSE A.D., TURNQUIST C.H., and BOWDITCH W.A. MODERN WELDING. Illinois. Goodheast-Willcox Co.
4. EL-WAKIN M.M. NUCLEAR ENERGY CONVERSION. New York. McGraw-Hill Book Co.
5. STAFF E.E. MIT. MAGNETIC CIRCUITS AND TRANSFORMER. New York. Wiley Inc. 1950.
6. Nasar S.A. and Unnewehr L.E. ELECTROMECHANIC AND ELECTRIC MACHINES New York Wiley inc. 1979.
7. Milton C.H. ed. HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT advances in chemistry series 153 American society. Exxon Nuclear Co.Inc, Washington
8. VINCENT DEL TORO. ELECTRO MECHANICAL DEVICES FOR ENERGY CONVERSION AND CONTROL SYSTEMS Prentice-hall Ltd. New Delhi.
9. วิรุฬห์ มังคละวิรัช และ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ การพัฒนาอาร์คพลาสมา โครงการวิจัยเลขที่ 47-MRD-2522 ทุนส่งเสริมวิจัยวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
10. วีระชัย ปัญชรเทวกุล และ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ การสร้างเตาอาร์คพลาสมาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในด้านโลหะกรรมพลาสมา โครงการวิจัยเลขที่ 68-MRD-2524 ทุนส่งเสริมการวิจัยวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
11. พิรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ เครื่องจักรไฟฟ้า 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า กรุงเทพฯ

ภาคผนวก ก

เครื่องสันด้วยไฟฟ้า



การคำนวณวงจรแม่เหล็กที่มีช่องอากาศสั้น ๆ

เมื่อช่องอากาศที่มีความยาว δ อยู่ในระหว่างแกนเหล็กที่มีความกว้าง a และหนา b ดังรูปที่ ก.1 เราสามารถหาพื้นที่หน้าตัดเทียบเท่าของช่องอากาศ (A_a) ได้จาก

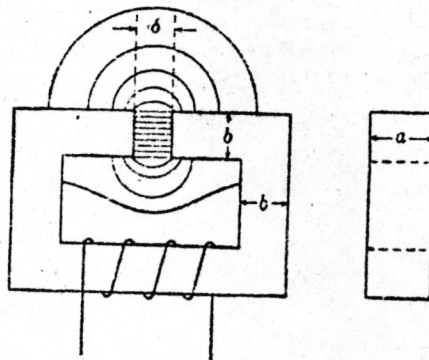
$$A_a = (a + \delta)(b + \delta) \dots\dots\dots I$$

โดยเราถือว่าระหว่างพื้นที่หน้าตัดเทียบเท่าของช่องอากาศ ความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะคงที่ ถ้าพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กทั้งสองข้างของช่องอากาศโตไม่เท่ากัน เราหาพื้นที่หน้าตัดเทียบเท่าของช่องอากาศได้โดยการใช่ 2δ แทน δ ในสมการการหาพื้นที่เทียบเท่าของช่องอากาศ ดังกล่าวมาแล้ว

ถ้ารู้ค่าความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก B เราสามารถหาค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กของช่องอากาศ H_a ได้จากการคำนวณหรือจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง B กับ H ดังกราฟ ก.1 และแรงดันแม่เหล็ก F ของวงจรหาได้จาก

$$F = H_a l_a + H_s l_s$$

โดย l_a และ l_s คือ ความยาวของส่วนที่เป็นช่องอากาศ และแกนเหล็กตามลำดับ



รูปที่ ก.1 วงจรแม่เหล็กที่มีช่องอากาศแสดงเส้นแรงแม่เหล็กและ fringing flux

เมื่อทราบแรงดันแม่เหล็ก F ที่กระทำต่อวงจรทั้งหมด การหาฟลักซ์แม่เหล็ก
หาโดยตรงไม่ได้ ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติระหว่าง B กับ H ของแกนเหล็กไม่เป็นเส้นตรง (ดัง
กราฟที่ ก.1 การคำนวณหาได้โดยการสมมติค่าฟลักซ์ เป็น $\phi_1, \phi_2, \phi_3 \dots$ จนได้ค่า
ของฟลักซ์ที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด หรืออาจหาได้จากกราฟ ดังนี้

$$\text{จาก } F = H_a l_a + H_s l_s \dots\dots\dots \text{II}$$

เมื่อ a และ s หมายถึง ช่องอากาศและแกนเหล็กตามลำดับ

ถ้าไม่คิดการรั่วของเส้นแรงแม่เหล็กและ fringing flux จะได้

$$\phi_a = \phi_s \dots\dots\dots \text{III}$$

จาก II และ III เราเขียนกราฟโดยให้ ϕ_s เป็นฟังก์ชันของ $U_s (H_s l_s)$ และ
 ϕ_a เป็นฟังก์ชันของ $U_a (H_a l_a)$ ดังกราฟ ก.2 โดยใช้จุด Co-ordinate ของช่องอากาศ
อยู่ตรงกับส่วนของแกนเหล็กที่ใช้แรงดันแม่เหล็กทั้งหมด เส้นกราฟทั้งสองเส้นตัดกันที่จุด

$$\phi_a = \phi_s$$

กราฟระหว่าง ϕ_a กับ U_a เรียกว่า negative air-gap line และจะตัดแกน
ของฟลักซ์ที่จุด

$$\phi = \frac{\mu_o A_a f}{l_a} \dots\dots\dots \text{IV}$$

จากสมการ IV ค่าฟลักซ์ (ϕ) ที่ได้คือค่าของฟลักซ์แม่เหล็กที่ช่องอากาศที่เกิดจาก
แรงดันแม่เหล็กทั้งหมด ที่กระทำต่อช่องอากาศนั้น

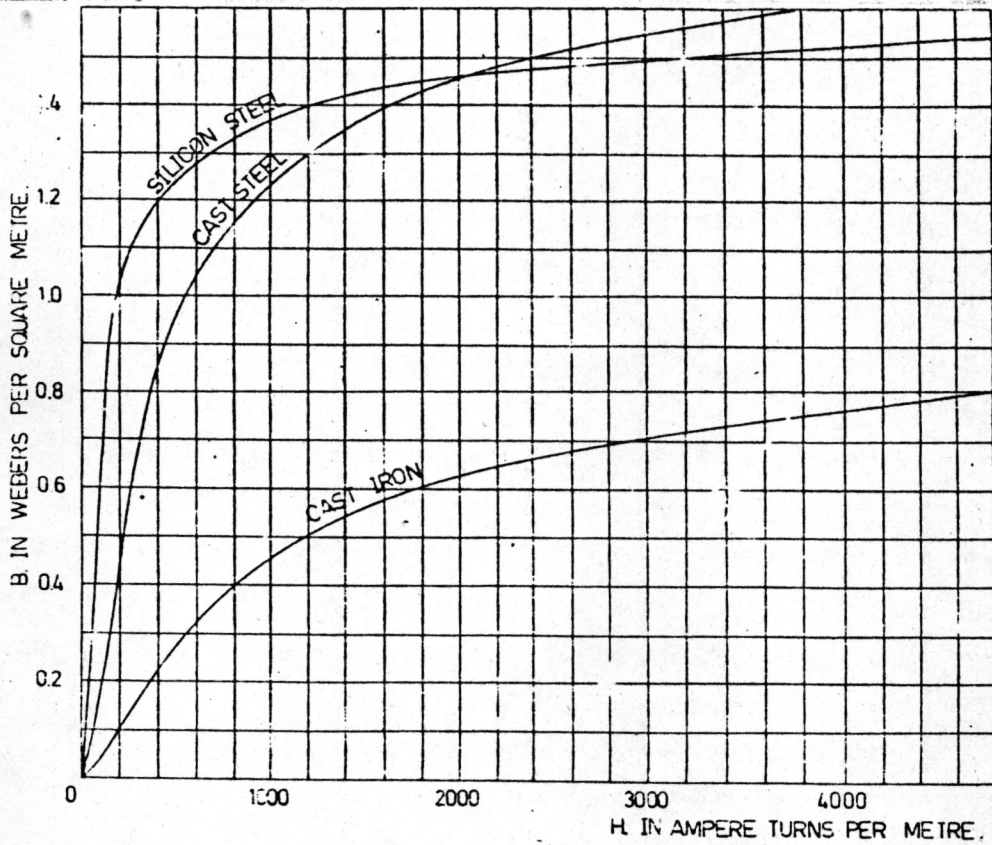
หาแรงดึงอันเนื่องมาจากสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำที่ผ่านช่องอากาศได้จาก

$$\begin{aligned} f &= \frac{B_a^2 A_a}{8\pi\mu_o} \\ &= 0.0139 \frac{B_a^2 A_a}{\dots\dots\dots} \text{V} \end{aligned}$$

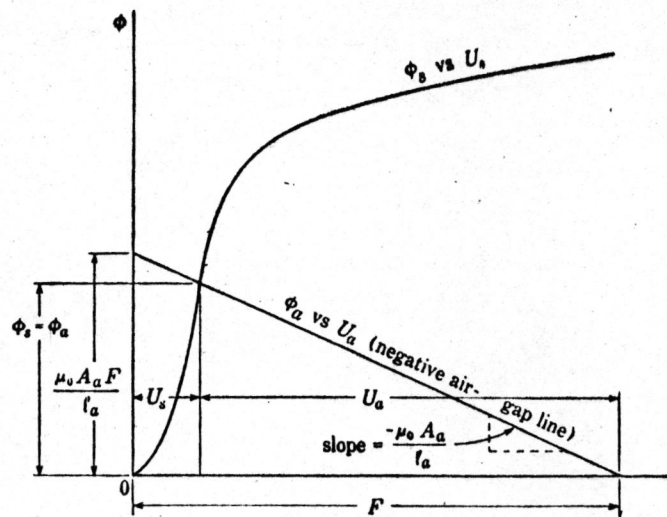
เมื่อ f = แรงดึงเป็นปอนด์

B_a = ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กในช่องอากาศเป็นกิโลโลน/ตารางนิ้ว

A_a = พื้นที่หน้าตัดของช่องอากาศ เป็นตารางนิ้ว



กราฟ ก.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก (B) กับความเข้มสนามแม่เหล็ก (H)



กราฟ ก.2 แสดงการหาค่าของเส้นแรงแม่เหล็กในวงจรที่มีทั้งแกนเหล็กและช่องอากาศ

ภาคผนวก ข

ประมวลภาพชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องบ่อนผง



ฝาปิดกรวยพร้อมแผ่นยางกันกาชรั่ว

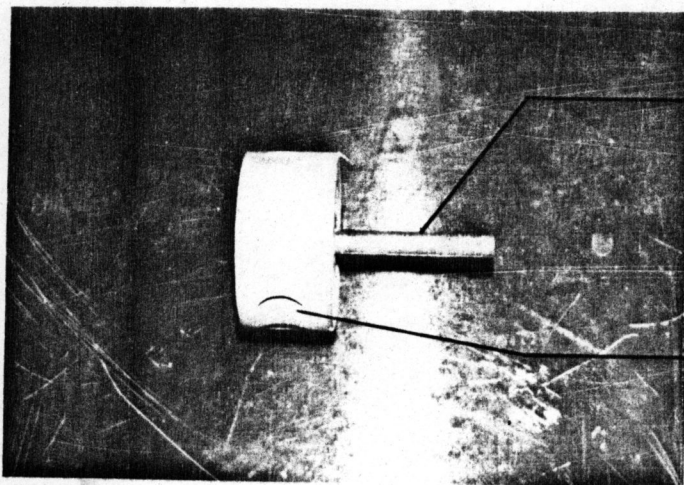
ขอยึดฝาปิดกรวย

เครื่องสั่นด้วยไฟฟ้า

ท่อกาช

ท่อผงออกจากกรวย

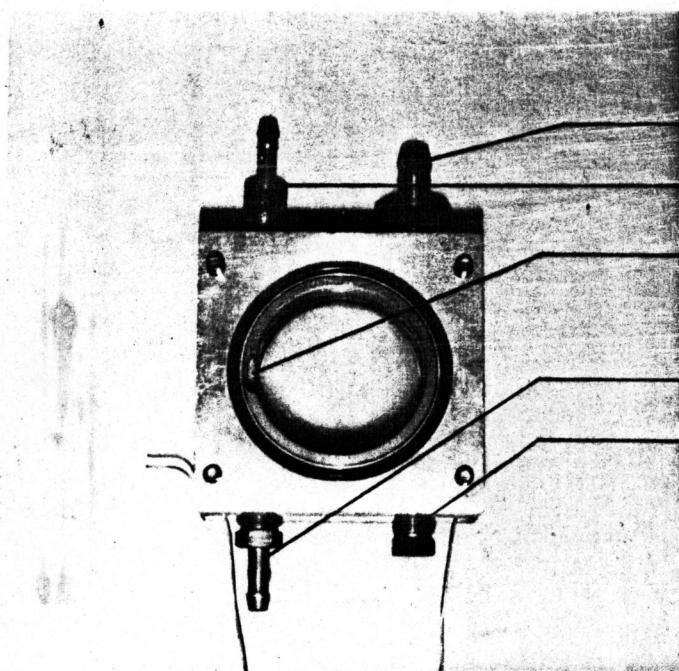
รูป ข.1 แสดงกรวยใส่ผงพร้อมเครื่องสั่นด้วยไฟฟ้า



แกนล้อยึด

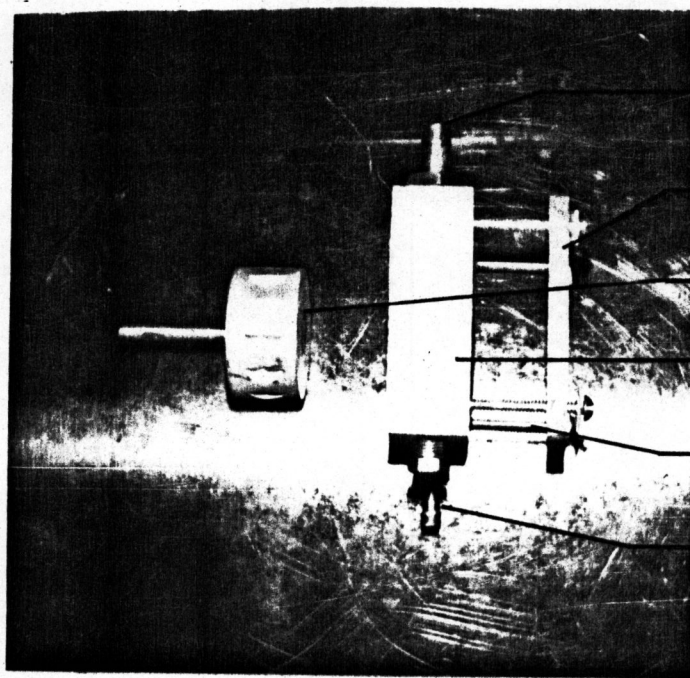
ร่องล้อยึด

รูป ข.2 แสดงรูปร่างและลักษณะของล้อยึด



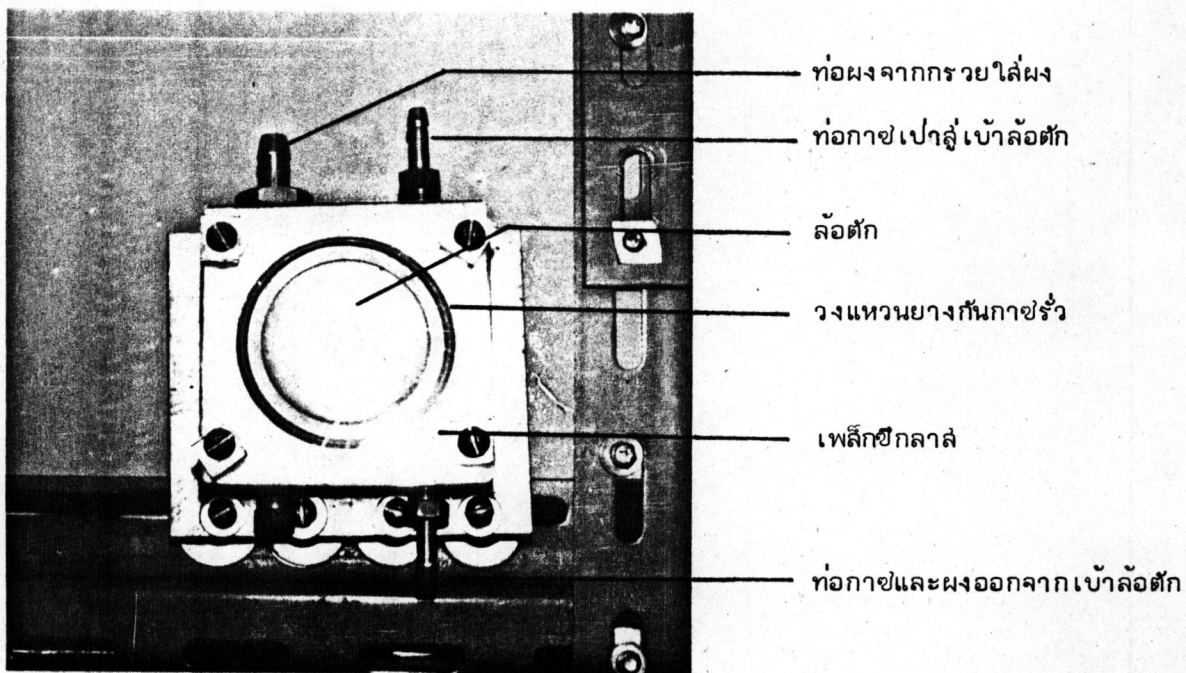
- (1) ท่อผงจากกรวยไล่ผง
- (2) ท่อกาชเป่าเข้าสู่เบ้าลัดตัก
- (3) กาชจากแผ่นปิดเบ้าลัดตักเป่า
เข้าสู่เบ้าลัดตัก
- (4) ท่อกาชและผงออกจากเบ้าลัดตัก
- (5) ช่องถ่ายผง

รูปที่ ข.3 แสดง เบ้าลัดตักและท่อต่าง ๆ

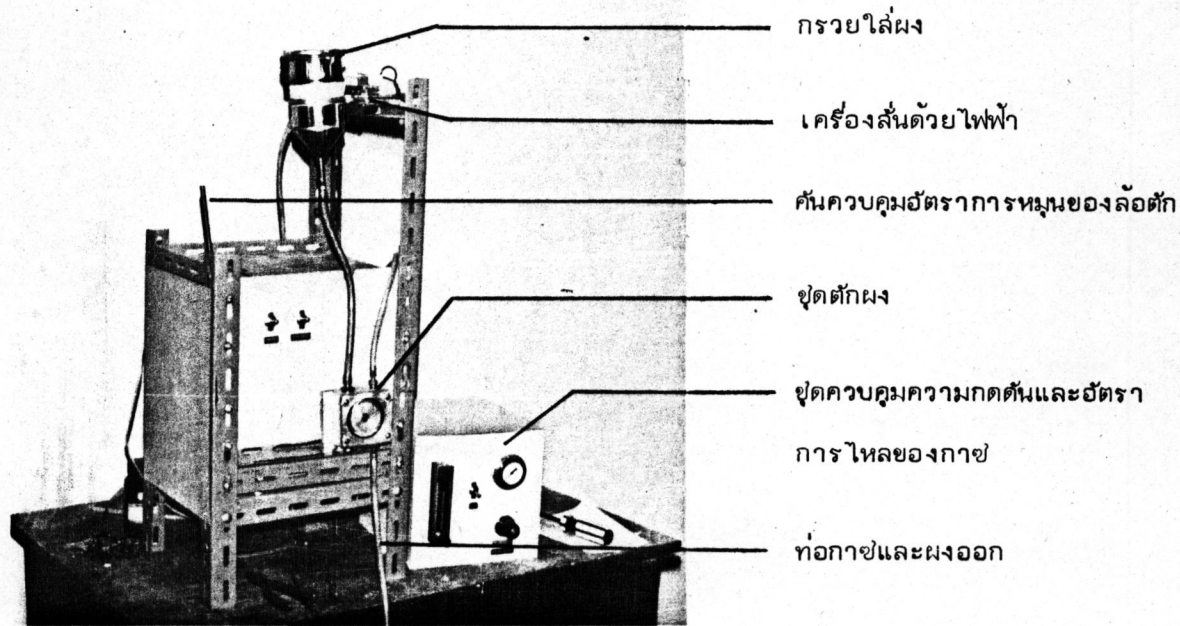


- 1. ท่อผงจากกรวยไล่ผง
- 2. เฟล็กซีกลาส์
- 3. ลัดตัก
- 4. เบ้าลัดตัก
- 5. สลักรู ปิด เบ้าลัดตัก
- 6. ท่อกาชและผงออกจาก
เบ้าลัดตัก

รูปที่ ข.4 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของชุดตักผง
(ก่อนประกอบ)



รูปที่ ข.5 แสดงการประกอบชุดดักผงเข้าด้วยกัน

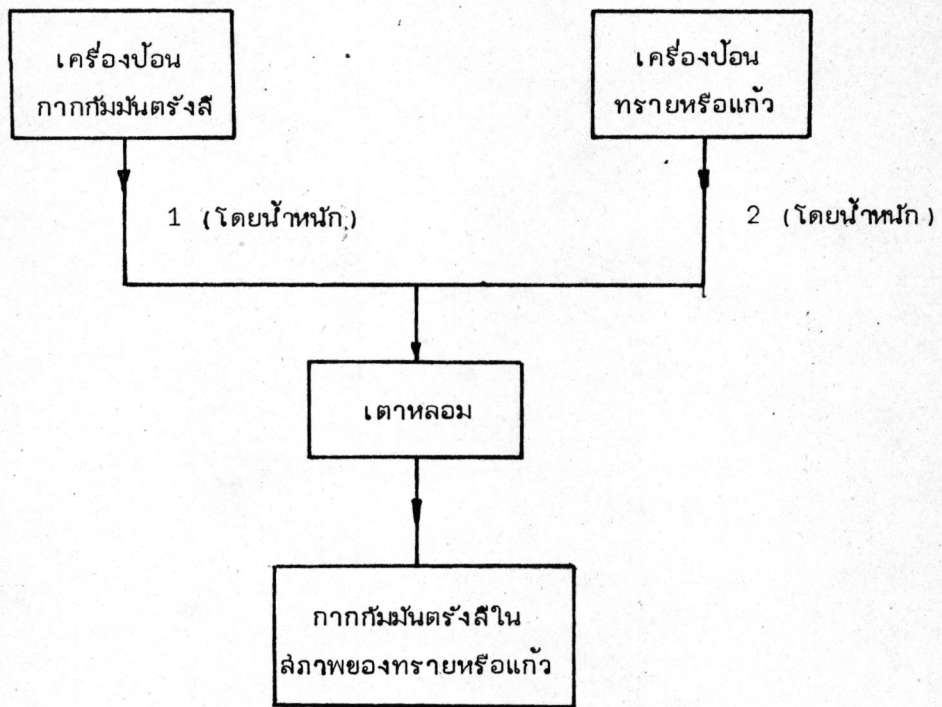


รูป ข.6 แสดงเครื่องป้อนผงที่พัฒนาขึ้น

ภาคผนวก ค

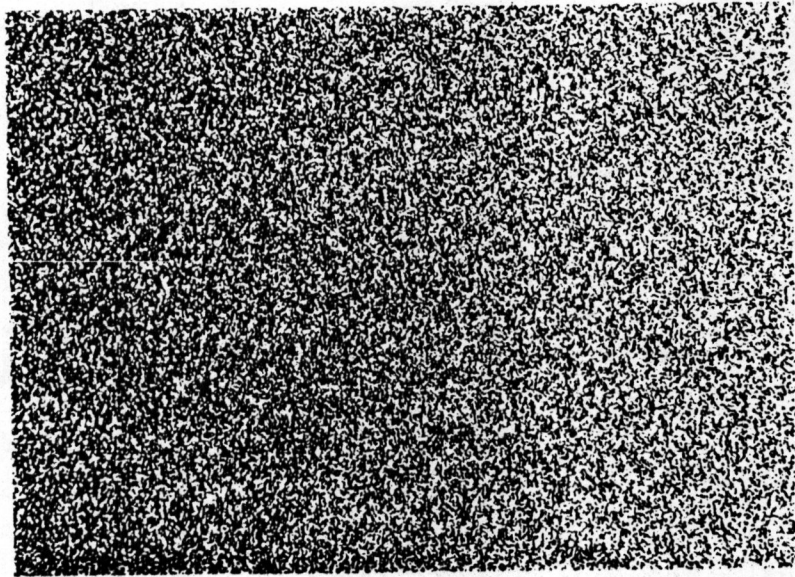
การนำไปศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ในการ เก็บกากกัมมันตรังสี

1. เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การนำไปเก็บกากกัมมันตรังสี ในรูปของแก้ว (glass) หรือทราย (sand) โดยใช้เครื่องบดผง 2 เครื่อง เครื่องหนึ่งใช้บดกากกัมมันตรังสี อีกเครื่องหนึ่งใช้บดผงทรายหรือแก้ว โดยปรับให้อัตราการบดผงทรายหรือแก้วต่อผงกากกัมมันตรังสีในอัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนัก แล้วบดส่วนผสมของผงทรายหรือแก้วกับกากกัมมันตรังสีผ่านเตาหลอม จะได้กากกัมมันตรังสีในสภาพของทรายหรือแก้วที่มีการกระจายของกากกัมมันตรังสีอย่างสม่ำเสมอ ดังแผนภาพ ค.1



แผนภาพ ค.1 แสดงการ เก็บกากกัมมันตรังสีในสภาพของทรายหรือแก้วอย่างง่าย

การเก็บกากกัมมันตรังสีในลักษณะดังกล่าว เป็นที่นิยมกันอย่างทั่วไปทั้งนี้ เพราะว่าปริมาณของกากกัมมันตรังสีลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของการเก็บโดยใช้ซีเมนต์, ละตัวกในการขนย้ายและลดต้นทุนในการเก็บ ตลอดจนทนทานต่อการกัดกร่อน, ฆ่าล้าง รูปที่ ค.1 แสดงการกระจายของกากกัมมันตรังสีที่เก็บในสภาพของแก้ว

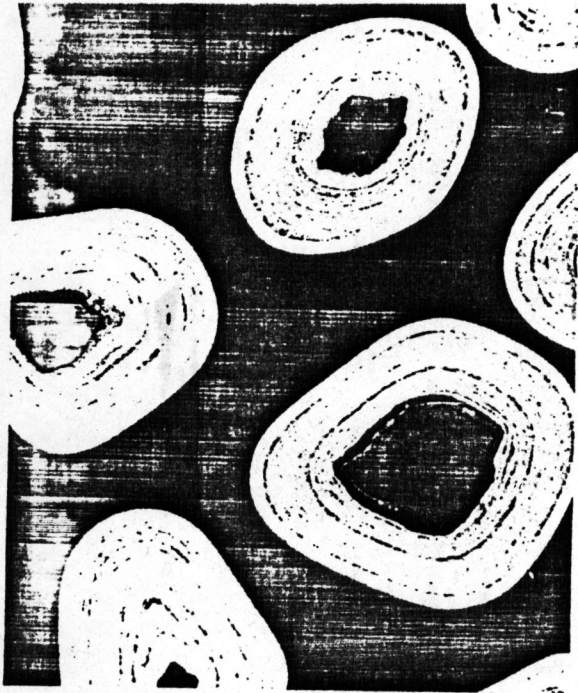


40×

รูปที่ ค.1 แสดงให้เห็นการกระจายของกากกัมมันตรังสีในแก้ว

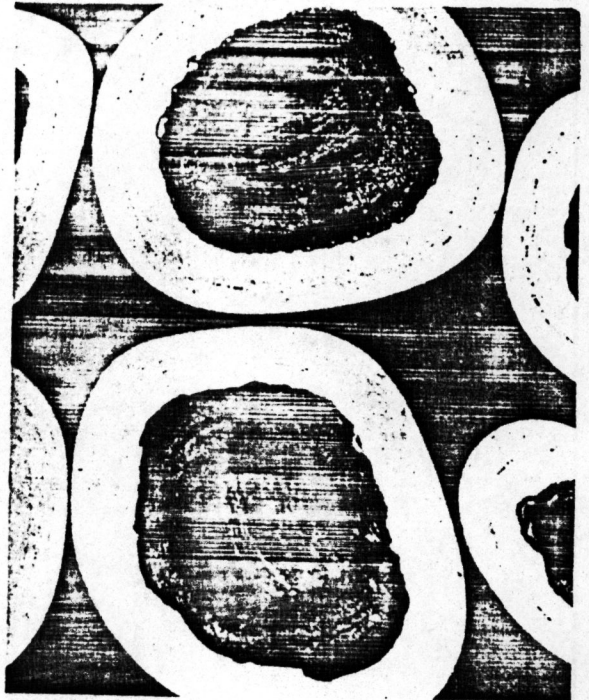
2. เพื่อศึกษาการนำไปสู่การเก็บกากกัมมันตรังสีโดยการเคลือบผิว

วิธีการ เรานำผงกากกัมมันตรังสีไปทำเป็นทรงกลม ด้วยเครื่องบดผง โดยบดผงกากกัมมันตรังสีผ่านลำอาร์คพลาสมา ผงจะหลอมละลายแต่เนื่องจากแรงตึงผิว เมื่อผงเหล่านั้นถูกพ่นออกจากลำพลาสมา ก็จะกลายเป็นทรงกลม แล้วนำทรงกลมที่ได้ไปเคลือบผิวด้วย ไพโรลิติก คาร์บอน (pyrolytic carbon) โลหะ (metals), ซิลิคอน คาร์ไบด์ (silicon carbide) ฯลฯ เพื่อให้ทนต่อการกัดกร่อนที่ผิวของกากกัมมันตรังสี ตลอดจนลดต้นทุนในการเก็บ ลักษณะการเก็บกากกัมมันตรังสีโดยการเคลือบผิว แสดงดังรูปที่ ค.2



PyC/SiC DUPLEX COATING

200 μm



PyC COATING

200 μm

รูปที่ ค.2 แสดงภาพกัมมันตรังสีที่เคลือบผิวแล้ว



ภาคผนวก ง

การหาลัมการที่เหมาะสมจากการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อนำน้ำหนักของผงทรายที่ป้อนได้มาเขียนกราฟกับขนาดของผงทรายที่เปลี่ยนไปของแต่ละความเร็วรอบของล้อตักจะได้กราฟ ดังกราฟ 5.4 และ 5.5 (ก), (ข) จากกราฟให้หาลัมการของกราฟแต่ละเส้นโดยใช้วิธี

ถ้า W คือ น้ำหนักของผงทรายที่ป้อนได้ (กรัม/นาที)

และ S คือ ขนาดของผงทราย (mesh)



ที่อัตราการไหลของอากาศเป็น 10 ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง

| | | |
|----------------------------------|-------------|--|
| ที่ความเร็วรอบล้อตัก 85 รอบ/นาที | จะได้ลัมการ | $W = 62.2702 - 0.5032S + 1.131 \times 10^{-3} S^2$ |
| " 60 " | " " | $W = 59.609 - 0.5657S + 1.5 \times 10^{-3} S^2$ |
| " 46 " | " " | $W = 49.21 - 0.4864S + 1.335 \times 10^{-3} S^2$ |
| " 18 " | " " | $W = 14.5064 - 0.1281S + 3.555 \times 10^{-4} S^2$ |

ที่อัตราการไหลของอากาศเป็น 8 ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง

| | | |
|----------------------------------|-------------|---|
| ที่ความเร็วรอบล้อตัก 85 รอบ/นาที | จะได้ลัมการ | $W = 76.9265 - 0.7123S + 1.7902 \times 10^{-3} S^2$ |
| " 60 " | " " | $W = 57.4774 - 0.545S + 1.41 \times 10^{-3} S^2$ |
| " 46 " | " " | $W = 42.705 - 0.3952S + 1.007 \times 10^{-3} S^2$ |
| " 18 " | " " | $W = 14.274 - 0.12003S + 3.007 \times 10^{-4} S^2$ |

รูปร่างของผงทรายที่ใช้ทดลองดังรูป ง.1



x 100

รูป ง.1 แสดงรูปร่างของผงทรายที่ใช้ในการทดลอง

ประวัติผู้เขียน

นายประเสียด ปฐมภาค เกิดวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2499 ที่จังหวัดพัทลุง
ได้รับปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกฟิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ล่งขลา เมื่อ
ปี พ.ศ. 2522 และได้เข้าศึกษาต่อที่ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ในปีเดียวกัน จบหลักสูตรประกาศนียบัตรชั้นสูง (วิศวกรรมเทคโนโลยี) ในปี พ.ศ. 2523

