

อีเล็คโทรลสำหรับวัดความชื้นของทราย

ELECTROL FOR SAND MOISTURE



โดย

นายเชื้อน อินทรสุวรรณ วศ.บ.

วิทยานิพนธ์นี้

เป็นส่วนประกอบการศึกษาตามระเบียบปริญญามหาบัณฑิต

ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

พ. ศ. 2509

000213

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้
เป็นส่วนประกอบการศึกษาตามระเบียบปรินซิพามหาบัณฑิต

.....
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

..... *ดร. วิจารณ์* ประธานกรรมการ
..... *ดร. แสงเพชร* กรรมการ
..... *ดร. อรุณี นพคุณ* กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัย นිරันตร์ กาญจนกันติ

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2509



บทคัดย่อ

การวัดความชื้นของทรายที่ใช้ในโรงหล่อด้วยเครื่องมือชื่อ "ELECTROL" นี้ มีลักษณะสมบัติทาง dielectric constant ของทรายเป็นหลัก โดยทำการสร้าง oscillator และวงจร R,L,C สองวงจรซึ่งต่างก็ coupling กับ oscillator ตัวเดียวกัน ก่อนใช้วัดความชื้น วงจรทั้งสองจะถูกปรับไวจนเกิดกระแสไฟฟ้าเท่ากัน แล้วไหลผ่านเครื่องวัดตัวเดียวกันแต่ทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นเครื่องวัดจะอยู่ที่ศูนย์ เมื่อให้ R,L,C ของวงจรที่หนึ่งคงที่ และนำเอาทรายที่ต้องการจะวัดความชื้นมาใส่ใน detector plates ของวงจรที่สอง จะทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรที่สองเปลี่ยนไปจากเดิม ดังนั้นเครื่องวัดจะอ่านกระแสไฟฟ้าตามการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในทรายของวงจรที่สอง ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นดังกล่าววัดความชื้นของ molding sand ในโรงหล่อ ปรากฏผลว่าเครื่องมือนี้วัดความชื้นได้ถูกต้อง

ABSTRACT

The moisture measurement of the molding sand in foundries by "ELECTROL" use the principle of its dielectric constant properties by designing an oscillator coupled with two R,L,C circuits. Before measuring the moisture these circuits are tuned to produce the identical current, flowing into a microampere meter but in opposite directions, thus the meter will never register. When the circuit NO.1 is fixed at this condition, the molding sand within the detector plates is introduced into the circuit NO.2, the variation of current will occur, thus the meter will read the current corresponding to the moisture content in the molding sand. In this thesis, the "ELECTROL" was used to measure the moisture content in the molding sand of foundries. Results showed that it could measure the moisture content correctly.


หน้า

ผู้เขียนขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการวิจัย จนสามารถ
เขียนวิทยานิพนธ์นี้เป็นผลสำเร็จ และขอขอบคุณวิศวกรในหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้ให้
รายละเอียดต่าง ๆ ดังกล่าวไว้ในวิทยานิพนธ์นี้

นอกจากนี้ ข้าพเจ้ายังได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือสนับสนุนอย่างใกล้ชิดจาก
อาจารย์ นิรันดร กาญจนกันติ อาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัย โดยได้ให้คำแนะนำและตรวจ
แก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย.

สารบัญ

หน้า

		
บทคัดย่อ		๓
คำนำ		๑
รายการตารางประกอบ		๒
รายการรูปประกอบ		๒
บทที่ 1 บทนำ		1
โครงการวิจัย		1
วิธีวัดความชื้นที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน		2
บทที่ 2 ทฤษฎีการสร้างเครื่องมือ Electrol		4
2.1 คุณสมบัติของ Molding Sand		4
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับ Dielectric Constant ...		5
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับ Capacitance		6
2.4 Circuit ของ Molding Sand Moisture Meter		7
2.5 การ Design วัสดุต่าง ๆ ของ Circuit ของ Electrol		8
2.5.1 Design Oscillator		8
2.5.2 Design Coupling Circuits		10
บทที่ 3 สร้างเครื่องมือ "Electrol"		12
3.1 สร้าง Air Core		12
3.1.1 การพัน Coil ชนิด Air Core		12
3.1.2 ทฤษฎีการสร้าง Air Core		13
3.1.3 ตำแหน่งของ Coils		14
3.1.4 Coil Specification		15
3.1.5 Inductance Measurement		17
3.1.6 Coil Connection		18
3.1.7 Mutual Inductance Measurement		19

		หน้า
	3.2 สวิตช์ Oscillator.....	20
	3.2.1 Characteristics ของหลอด 6C4.....	21
	3.2.2 Operating Point ของ Oscillator.....	22
	3.2.3 DC - Load Line ของ Oscillator.....	24
	3.2.4 Dynamic Transfer Characteristics.....	25
	3.2.5 Check Condition of Oscillation.....	25
	3.3 สวิตช์ Capacitor Plate	27
บทที่ 4	Test เครื่องมือ "Electrol".....	28
	4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการ Test.....	28
	4.2 DC - Power Supply.....	28
	4.3 Operating Voltage ของหลอด Regulator.....	30
	4.4 ทดสอบ Oscillator.....	31
	4.4.1 วัด Voltage ของ Oscillator.....	31
	4.4.2 วัด Voltage ของ Coupling Circuits.....	32
	4.5 วัด Current I_1 , I_2 , I_{12}	33
	4.5.1 วัด Current I_1 กับ C_{11} ของ Circuit NO.1.....	34
	4.5.2 วัด Current I_2 กับ C_{12} ของ Circuit NO.2.....	34
	4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง I_{12} กับ C_{11} และ C_{12}	39
	4.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง I_{12} กับ C_{11} เมื่อ C_{12} คงที่.....	39
	4.6.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง I_{12} กับ C_{12} เมื่อ C_{11} คงที่.....	39
	4.7 วัดค่า Capacitance ของ C_{11} และ C_{12}	48
บทที่ 5	ใช้ Electrol วัดความชื้นของ Molding Sand.....	50
	5.1 ใช้ Electrol วัดความชื้น.....	51
	5.1.1 เครื่องมือที่ใช้ประกอบในการทดสอบ.....	51
	5.1.2 Detector Plates.....	51
	5.1.3 Operating Point ของ Electrol.....	52

	หน้า
5.1.4 ผลการทดลองวัดความชื้นใน Molding Sand.....	53
5.1.5 ตัวอย่างการคำนวณหาความชื้นโดยวิธี Drying Method	56
5.1.6 Sensitivity ของ Electrol.....	61
5.2 Calibration Curve ของ Electrol.....	62
5.3 Errors ในการทดลอง.....	65
5.4 สรุปผลการทดลอง.....	6๓
5.5 วิธีใช้ Electrol	66
5.6 ทรายที่ใช้ในโรงหล่อในประเทศ.....	67
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	69
6.1 สรุป.....	69
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	70
ผนวก.....	72
บรรณานุกรม.....	76



รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของทรายที่ใช้เป็น Molding Sand.....	4
3.1 Inductance ของ Air Cores.....	12
3.2 ผลจากการวัด Inductance, Resistance และ Q ของ Coils....	17
3.3 วัด Inductance เพื่อใช้หาค่า Mutual Inductance.....	20
3.4 หา Dynamic Transfer Characteristics ของหลอด 6C4 เมื่อ $E_0 = 125$ volts.....	25
4.1 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง I_1 กับ C_{11} ของ Circuit NO.1.....	36
4.2 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง I_2 กับ C_{12} ของ Circuit NO.2	37
4.3 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง I_{12} กับ C_{11} เมื่อ C_{12} คงที่..	40
4.4 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง I_{12} กับ C_{12} เมื่อ C_{11} คงที่..	45
4.5 ค่า Capacitance C_{11} และ C_{12} ที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ	48
5.1 ผลการทดลองวัดความชื้นของ Molding Sand ด้วย Electrol ครั้งที่ 1.....	54
5.2 ผลการทดลองวัดความชื้นของ Molding Sand ด้วย Electrol ครั้งที่ 2.....	55
5.3 กระแสไฟฟ้าที่อ่านด้วย Electrol กับเปอร์เซ็นต์ของความชื้นใน Molding Sand จากตารางที่ 5.1.....	57
5.4 กระแสไฟฟ้าที่อ่านด้วย Electrol กับเปอร์เซ็นต์ของความชื้นใน Molding Sand จากตารางที่ 5.2.....	58
5.5 ค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าที่อ่านด้วย Electrol กับเปอร์เซ็นต์ของ ความชื้นใน Molding Sand.....	63
5.6 ขนาดของ Zircon Sand ที่ใช้ในโรงหล่อของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด.....	67

รายการประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 Parallel Plate Condenser.....	6
2.2 Circuit ของ Molding Sand Moisture Meter.....	7
2.3 Vacuum Tube Oscillator.....	9
2.4 Circuit ของ Electrol.....	11
3.1 ชนิดของ Air Cores.....	13
3.2 Air Core ของ Core No.1 และตำแหน่งของ Inductance	14
3.3 แสดงถึงตำแหน่งปลายขดลวดและตัวเลขกำกับของ Core NO.1 และ NO.2.....	16
3.4 แสดงการต่อสายขดลวดของ Coils เข้ากับส่วนต่าง ๆ ของ Circuits.....	18
3.5 การต่อ Coils เพื่อใช้วัด Mutual Inductance.....	19
3.6 Average Plate Characteristics of Type ⁶ C4 Power Triode, $E_f = 6.3$ Volts.....	23
3.7 Dynamic Transfer Characteristics Curve of ⁶ C4, $E_b = 125$ Volts.....	23
3.8 Circuit of ⁶ C4 Vacuum Tube Triode Amplifier with Resistance Load ขณะที่ไม่ได้ Grid Signal.....	24
4.1 DC - Supply โพลของ ⁶ C4.....	29
4.2 Regulator Tube with Load.....	30
4.3 Peak to Peak Voltage (volts) ของ Oscillator.....	31
4.4 Connection ของ Coupling Circuits.....	32
4.5 Circuits ใช้วัด I_1 , I_2 และ I_{12}	33
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง I_1 กับ C_{11} และ I_2 กับ C_{12}	38
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง I_{12} กับ C_{11} เมื่อ C_{12} คงที่	44

รูปที่		หน้า
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่าง I_{12} กับ C_{12} เมื่อ C_{11} คงที่.....	47
4.9	Capacitance C_{11} or C_{12}	49
5.1	เครื่องมือ Electrol.....	50
5.2	Electrol ขณะไร้ทดลองวัดความชื้นใน Molding Sand.....	53
5.3	Moisture-Current Curve ของ Electrol.....	59
5.4	Moisture - Current Curve ของ Electrol.....	60
5.5	Moisture Calibration Curve ของ Electrol.....	64
