โครงการสัมมนาและควบคุมคุณภาพดินขาวที่เหมาะสม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และธรณีวิทยา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. บทนำ

การขยายตัวของอุตสาหกรรมที่ใช้ดินขาวตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ทำให้การใช้ดินขาวมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และมีอนาคตที่ค่อนข้างชัดเจน การขยายตัวของอุตสาหกรรมที่ใช้ดินขาวและอุตสาหกรรมการผลิตดินขาวเป็นไปอย่างไม่ได้สัดส่วน โดยอุตสาหกรรมผู้ใช้มีความก้าวหน้าในระดับที่รวดเร็ว ในขณะที่การผลิตดินขาว ยังต้องเดินตามอย่างมีขีดจำกัด ทำให้มีช่องว่างระหว่างการผลิตและการใช้อุตสาหกรรมที่ใช้ดินขาวเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีเพื่อการแข่งขันและส่งออก ต้องการวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ และเพียงพอในราคาที่สมเหตุสมผลอยู่ตลอดเวลา ผู้ผลิตวัตถุดิบก็ย่อมที่จะผลิตวัตถุดิบที่เป็นที่ต้องการ และได้คุณภาพที่เหมาะสมกับคุณลักษณะธรรมชาติของดินขาวจากแหล่งโดยค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วยที่ให้ผลตอบแทนที่คุ้มทุนและสามารถดัดแปลงหรือใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของแหล่งนั้น ๆ

ความต้องการดินที่จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพของดินมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น การเร่งรัดอัตราการผลิตโดยรักษาประสิทธิภาพและคุณภาพที่ดีพอทำให้ต้องการการปรับปรุงดัดแปลงกระบวนการที่มีสมรรถนะและให้ค่าใช้จ่ายที่คุ้มทุน

การมีแหล่งดินที่มีศักยภาพ และคุณลักษณะพื้นฐานที่แตกต่างกัน และการเร่งเร้าให้อุตสาหกรรมการผลิตดินขาวพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตและรักษาระดับคุณภาพรวมทั้งการผลิตดินขาวอย่างเหมาะสม โดยมีปริมาณการเก็บดินได้มากที่สุด เป็นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถทำให้ อุตสาหกรรมต้นสายและปลายสายมีสภาพที่พอไปกันได้พอควร และเป็นการนำดินขาวขึ้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตามคุณค่าของดินเอง

2. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์สำคัญของโครงการที่อาจสรุปได้ คือ

1. ให้มีการผลิตดิน มีคุณภาพที่เหมาะสมกับคุณลักษณะพื้นฐานของดินในแหล่ง
2. ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่เหมาะสม คุ้มทุน
3. รักษาระดับคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับได้ และสม่ำเสมอ

3. โครงการ

โครงการดังกล่าวนี้ เป็นโครงการวิจัยและพัฒนาที่ได้ร่วมมือกัน โดย 3 สถาบันหลักดังนี้ คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4. การดำเนินการ

พื้นฐาน

การดำเนินการวิจัยในระยะเวลาแรกได้เน้นหนักในการศึกษาด้านแร่วิทยาของดินขาวในแหล่งต่าง ๆ เช่น ดินระนอง ดินปราจีนบุรี ดินนราธิวาส ดินลำปาง ดินอุตรดิตถ์ ซึ่งมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

นอกเหนือจากคุณสมบัติทางแร่วิทยาแล้ว การกระจายของขนาดของดิน และคุณสมบัติด้านการใช้ประโยชน์ นับว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของดิน ซึ่งดินจากแต่ละแหล่งเหมาะสมที่สุดกับการใช้ประโยชน์ในช่วงระดับหนึ่งเท่านั้น

ประสิทธิภาพกระบวนการ

การศึกษาประสิทธิภาพกระบวนการในแหล่งใด ๆ

ทำให้สามารถจำแนกลักษณะปัญหาและขีดจำกัดได้ชัดเจน เกณฑ์ที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา ได้แก่

- ปริมาณการเก็บดินได้ (Recovery) (ผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายต่อหน่วย และการสูญเสียดิน)
- เกณฑ์คุณภาพเหมาะสมที่สม่ำเสมอ (ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของดิน)
- เกณฑ์ทางเทคนิคอื่น ๆ เช่น Cut Size และ Imperfection ของการคัดขนาด เป็นต้น

ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการจึงอาจกระทำได้หลายทางขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งดิน

- การทำเหมืองแบบเฉพาะเจาะจง (Selectivity) ที่ทำให้มีการผลิตที่สามารถรักษาคุณภาพให้ดียอมรับได้ และมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่ำโดย นำดินขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด
- ขยายอัตราการผลิตดินเต็มที่ ที่ให้ประสิทธิภาพการเก็บแร่และคุณภาพที่ดีโดยปรับปรุง ดัดแปลงกระบวนการบางส่วน
- การควบคุมการคัดน้ำทิ้ง การกรอง หรือกำจัดน้ำในอัตราที่เหมาะสมที่ให้ความชื้นต่ำ ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เป็นต้น

5. การทดสอบปรับเปลี่ยนกระบวนการ

เกณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณการเก็บดินได้ (Recovery) และคุณภาพการกระจายขนาดจะเป็นแพคเตอร์เบื้องต้นที่จะบ่งชี้กิจการทำงานของกระบวนการในแหล่งนั้น ๆ ดังนั้นการศึกษาทดลองวิธีการที่เหมาะสมรวมทั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมในกรณีนี้ ได้แก่

- การใช้ และวิธีการใช้ไฮโดรไซโคลน โดยมีตัวแปรที่ได้จากการออกแบบ (Design Variables) และตัวแปรในการทำงาน (Operating Variables) ที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงการใช้ไฮโดรไซโคลน ซึ่งได้มีการทดลองใช้ ในเหมืองสาธิตภาคสนามของโครงการฯ แสดงให้เห็นว่าผลที่ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน และเป็นที่เห็นพ้องจากผู้ใช้ด้วย (รูปที่ 3)

อย่างไรก็ตาม การทดลอง ทดสอบ ในด้านของสภาวะเงื่อนไขของตัวแปรต่าง ๆ ที่ให้ผลดีที่สุด ทั้งในด้านตัวแปรการออกแบบของไฮโดรไซโคลนชุดต่าง ๆ และตัวแปรการทำงาน ยังต้องปรับปรุงให้ถูกต้องอีก การศึกษาทางด้านการทำงานของไฮโดรไซโคลนในลักษณะนี้ ได้ดำเนินการอยู่อย่างละเอียด โดยเฉพาะอย่างยิ่งโดยกลุ่มวิจัยพื้นที่ภาคใต้ และกลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ

- การปรับเปลี่ยนวงจรของอุปกรณ์คัดขนาดและไฮโดรไซโคลน ที่ทำให้เพิ่มปริมาณการผลิต และปริมาณการใช้น้ำ
- การตกตัว การฟลอกคูเลชั่น และการเกรอะ
- การกรองโดยใช้ Filter Press ขนาด โรงประลองที่ให้อัตราการกรองสูงสุดที่ความชื้นต่ำ
- การควบคุมปริมาณมลทิน (Impurities) โดยใช้เทคโนโลยีเข้าช่วย เช่น

: การใช้เครื่องแยกแม่เหล็กสูงแบบเปียก (Wet High Intensity Magnetic Separator, WHIMS)

: การลอยแร่ ควบคุมปริมาณมลทินบางชนิด

: การเลือกตกตัวโดยเฉพาะเจาะจง (Selective Flocculation)

: การฟอกสี สำหรับดินบางส่วน เป็นต้น

โดยมีแนวคิดการวิจัย ในลักษณะสหสาขา (Multidisciplinary) ที่ต้องการความรู้ ความเชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบเข้าด้วยกัน ดังนั้น ในแต่ละสถาบันหลักจะประกอบไปด้วย กลุ่มวิจัยที่มีศักยภาพในแต่ละสาขาที่เกี่ยวข้อง คือ

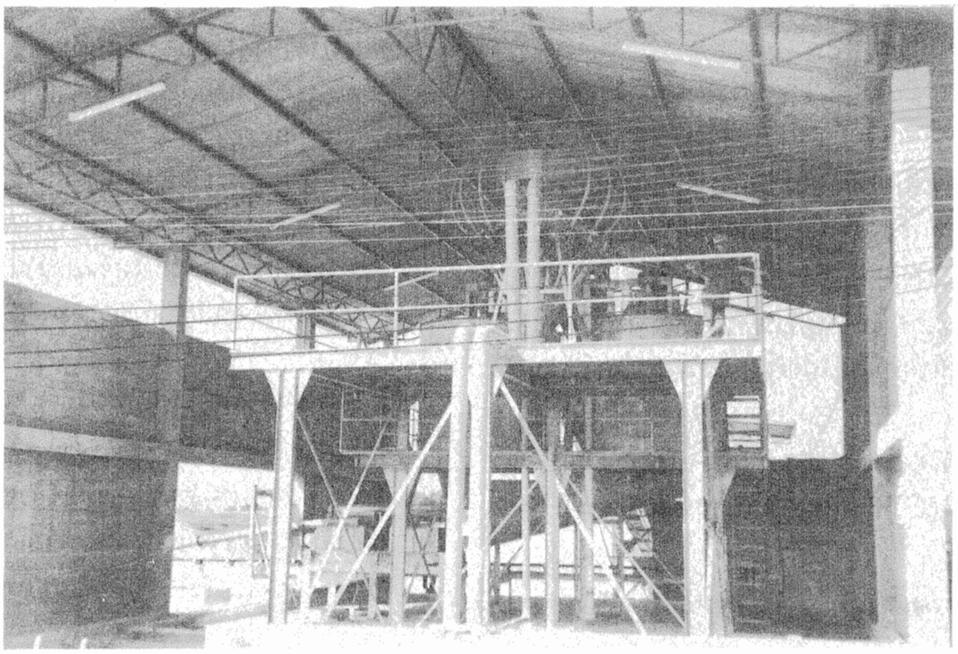
ธรณีวิทยาและแร่วิทยา (Geology and Mineralogy)
การทำเหมือง (Mining)
การแต่งแร่ (Mineral Processing)
การทดสอบและใช้ประโยชน์ทางด้านวัสดุ (Material Testing and Application)

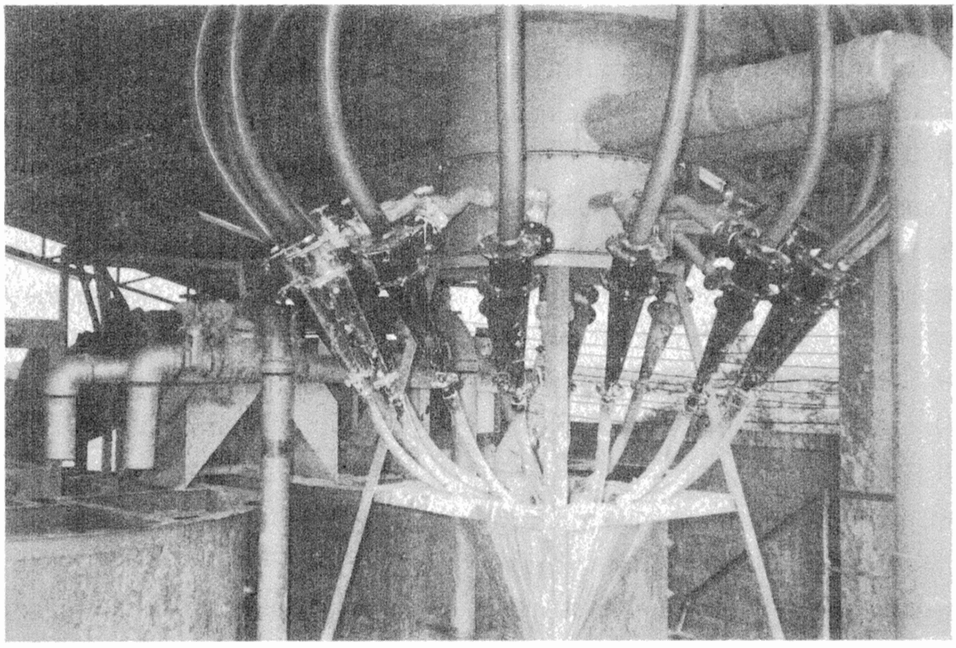
การดำเนินการวิจัย ดำเนินการไปตามลำดับขั้นตอนโดยต่อเนื่องที่ได้วางแผนเอาไว้ โดยเริ่มตั้งแต่

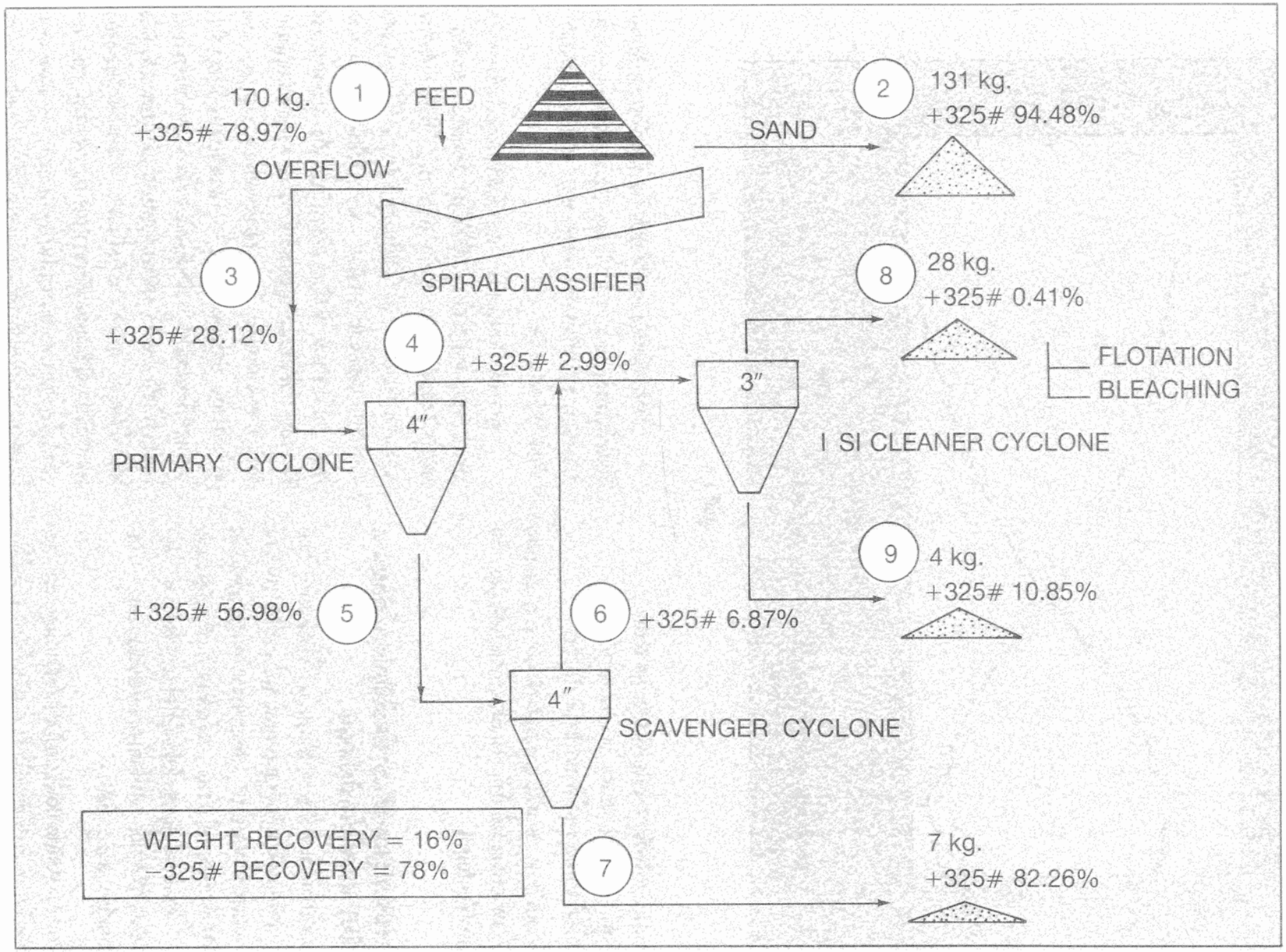
- ศึกษาคุณลักษณะพื้นฐานของดินในด้านธรณีวิทยาและแร่วิทยา รวมทั้งคุณสมบัติอื่นทางเคมี และกายภาพ
- ศึกษาสถานะทางเทคโนโลยีในการผลิตดินขาว เพื่อจำแนกปัญหาและขีดจำกัด (State of the Art)
- วิเคราะห์ข้อมูลและการทดลอง (Analysis and Experimentation)
- ปรับปรุง พัฒนาประสิทธิภาพ รักษาคุณภาพ และสมรรถนะของกระบวนการผลิต
- ทดสอบภาคสนาม (Field Trials)
- ถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer)

การวิจัยและพัฒนา จะกระทำในลักษณะของการประสานงานเป็นโครงข่ายงานวิจัย (Net Work) ที่มีขอบเขตรับผิดชอบที่ชัดเจน สำหรับแต่ละกลุ่มวิจัย โดยแบ่งพื้นที่งานวิจัยที่สอดคล้องกับแหล่งดินขาวที่มีคุณสมบัติพื้นฐานที่แตกต่างกัน คือ

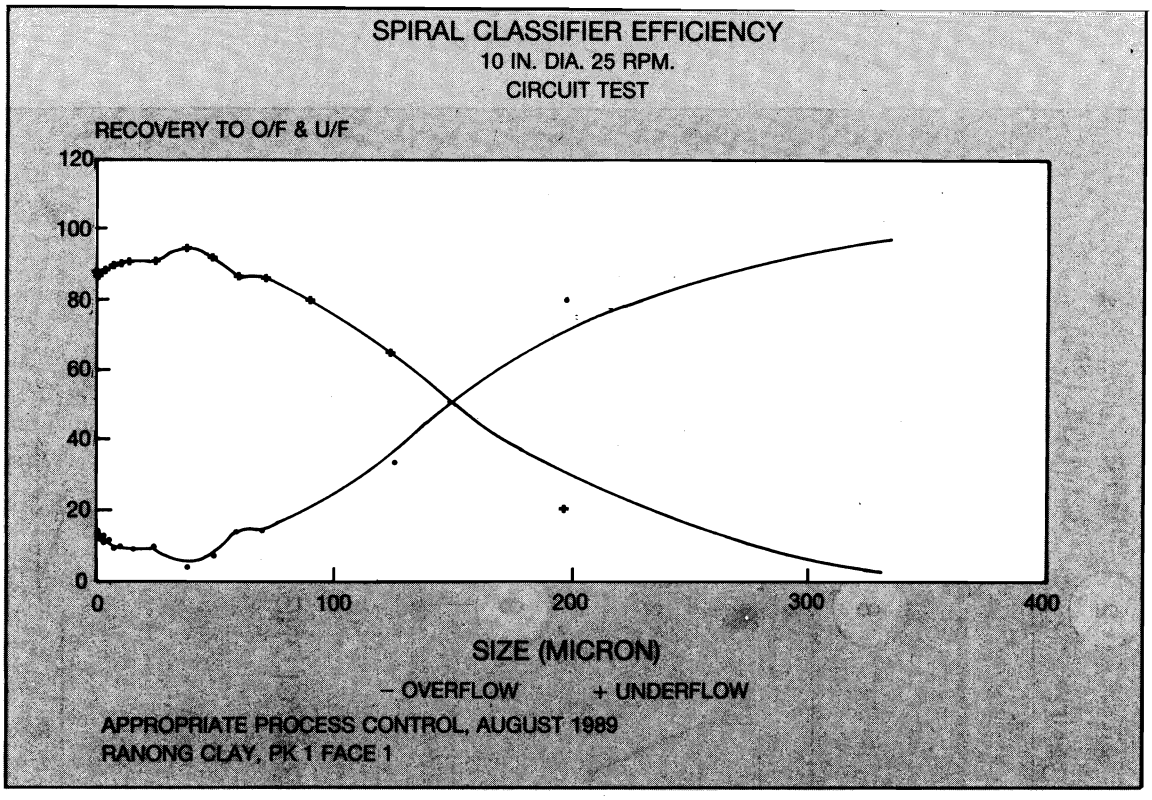
รูปที่ 1 และ 2 แสดงการใช้ไฮโดรไซโคลน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร จำนวน 16 ตัว






170 kg.
+325# 78.97%
1
FEED
OVERFLOW
SAND
2
131 kg.
+325# 94.48%
SPIRALCLASSIFIER
3
+325# 28.12%
8
28 kg.
+325# 0.41%
FLOTATION
BLEACHING
4
+325# 2.99%
3″
4″
PRIMARY CYCLONE
I SI CLEANER CYCLONE
9
4 kg.
+325# 10.85%
+325# 56.98%
5
6
+325# 6.87%
4″
SCAVENGER CYCLONE
WEIGHT RECOVERY = 16%
−325# RECOVERY = 78%
7
7 kg.
+325# 82.26%

รูปที่ 1



รูปที่ 2

กลุ่มวิจัยพื้นที่ภาคเหนือ ลำปาง, อุตรดิตถ์
กลุ่มวิจัยพื้นที่ภาคกลาง ระนอง, ปราจีนบุรี
กลุ่มวิจัยพื้นที่ภาคใต้ นราธิวาส เป็นต้น

โดยได้คาดหวังว่า การพัฒนาการผลิตดินขาวจะสามารถก่อให้เกิดขึ้นหรือกระตุ้นขึ้นได้ ในแหล่งการผลิตสำคัญ ในระยะเวลาที่ไล่เลี่ยกัน

6. การปรับปรุงแต่งดินขาวโดยใช้อุปกรณ์คัดขนาดแบบสไปราลและไฮโดรไซโคลน

แผนผังการแต่งดินขาวได้แสดงเอาไว้ในรูปที่ 1 โดยได้ทำการทดลองทั้งในห้องทดลองและในสนามที่มีการทำงานจริง ดินและทรายหยาบ แยกออกจากกันในขั้นต้นด้วยเครื่องคัดขนาดแบบสไปราล ส่วนล้นจากเครื่องคัดขนาดสไปราล จึงป้อนเข้าสู่ชุดของไฮโดรไซโคลนขนาดต่าง ๆ โดยควบคุมตัวแปรที่สำคัญ ดังที่กล่าวมาแล้วให้เหมาะสม ทรายหยาบจากสไปราลจะถูกทิ้งไป

ส่วนล่าง (Underflow) ของไฮโดรไซโคลนชุดแรก จะเข้าสู่ไฮโดรไซโคลนชุดที่สองเพื่อเก็บเนื้อดินซ้ำอีกครั้ง ไฮโดรไซโคลนที่ใช้ในชุดแรก ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และขนาด 75 มิลลิเมตร ในชุดที่สอง

ปริมาณน้ำหนักดินที่เก็บได้ ในขั้นสุดท้ายส่วนล้นของไฮโดรไซโคลนขนาด 75 มิลลิเมตร ประมาณร้อยละ 16 และปริมาณการเก็บดินขนาด –325 เมช ตามแผนผังวงจรนี้ประมาณร้อยละ 78

ตารางที่ 1 และรูปที่ 2 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดแบบสไปราลที่ใช้ในการทดลอง จะเห็นว่าขนาดของจุดตัด (Cut Size) หรือ d_{50} ที่ได้จากสไปราลประมาณ 150 ไมครอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการทำงานของสไปราลด้วย น้ำดินที่มีเนื้อดินเก็บขนาด d_{50} 150 ไมครอน ซึ่งมีขนาดหยาบไปจนถึง ประมาณ 250 ไมครอน เมื่อป้อนเข้าสู่ไฮโดรไซโคลนขนาด 100 มิลลิเมตร ดินที่ออกทางส่วนล้น มีขนาดละเอียดเล็กกว่า 325 เมช หรือ 45 ไมครอน ประมาณร้อยละ 97 และเมื่อผ่านเข้าไฮโดรไซโคลนชุดที่สองขนาด 75 มิลลิเมตร จะมีความละเอียดกว่า 45 ไมครอนถึงร้อยละ 99 ดังนั้นจะเห็นว่า ดินในส่วนล้นของไฮโดรไซโคลน ขนาด 100 มิลลิเมตร มีขนาดละเอียดเพียงพอสำหรับการใช้งานของดินขาวในเซรามิกส์ขนาด –200 เมช และไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ก็จะสามารถนำดินขนาด –325 เมชได้ โดยอาศัยการควบคุมที่ดีให้ได้ขนาดที่สม่ำเสมอ และมีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุด

SPIRAL CLASSIFIER PERFORMANCE

RUNNING CODE	SPIRAL CLASSIFIER CIRCUIT TEST	FILE	LABTEB-1
RUN NO.	1		
SAMPLE	RAW CLAY. PK 1 FACE 1		
	SPIRAL		

DIA. in.	10	
RPM	25	rpm.
FEED RATE	113.77	l/min.
FEED %SOLIDS	19.73	
SOLID S.G.	2.7	
PULP D.	1.1418	

	%SOLIDS W/W MEASURED	SOLIDS TPH. CALC.	WATER TPH. CALC.
FEED	19.73	1.54	6.26
OVERFLOW	7.47	0.48	5.96
UNDERFLOW	78.36	1.06	0.29

% WATER TO UNDERFLOW, Rf	4.66
% RECOVERY TO UNDERFLOW	68.69
% RECOVERY TO OVERFLOW	31.31

CALCULATION BASED ON SIZE ANALYSIS

MESH Tyler	micron	avg.size	OVERFL % wt.	UNDRFL % wt.	UF.REC. calc.	OF.REC. calc.	FEED calc.	WT % TO UNDRFL	CORR.	WT % TO OVRFLOW
35	417		0.01	79.48	54.592	0.003	54.595	99.994	99.994	0.006
60	246	331.5	0.27	7.89	5.419	0.085	5.504	98.464	98.389	1.611
100	147	196.5	1.92	3.69	2.535	0.601	3.136	80.827	79.889	20.111
150	104	125.5	5.32	1.39	0.955	1.666	2.621	36.432	33.323	66.677
200	74	89	6.47	0.93	0.639	2.026	2.665	23.972	20.254	79.746
230	65	69.5	5.51	0.49	0.337	1.725	2.062	16.323	12.231	87.769
270	53	59	2.84	0.28	0.192	0.889	1.082	17.781	13.760	86.240
325	45	49	5.78	0.33	0.227	1.810	2.037	11.130	6.784	93.216
	30	37.5	2.73	0.11	0.076	0.855	0.930	8.121	3.627	96.373
	20	25	12.72	0.93	0.639	3.983	4.622	13.821	9.607	90.393
	10	15	16.53	1.14	0.783	5.176	5.959	13.140	8.892	91.108
	8	9	3.59	0.26	0.179	1.124	1.303	13.709	9.489	90.511
	6	7	5.03	0.36	0.247	1.575	1.822	13.569	9.342	90.658
	5	5.5	2.95	0.25	0.172	0.924	1.095	15.675	11.552	88.448
	4	4.5	4.46	0.36	0.247	1.397	1.644	15.042	10.888	89.112
	3	3.5	4.10	0.38	0.261	1.284	1.545	16.895	12.831	87.169
	2	2.5	5.18	0.42	0.288	1.622	1.911	15.100	10.948	89.052
	1	1.5	5.10	0.53	0.364	1.597	1.961	18.564	14.581	85.419
	0.8	0.9	1.51	0.14	0.096	0.473	0.569	16.900	12.836	87.164
	0.6	0.7	1.65	0.15	0.103	0.517	0.620	16.626	12.548	87.452
	0.5	0.55	6.32	0.48	0.330	1.979	2.309	14.281		ERR
			99.99	99.99						

แนวทางดังกล่าวได้นำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงในการผลิตดินขาวเซรามิกส์ที่จังหวัดลำปาง โดยใช้ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ชุดละ 16 ตัว ต่อกัน โดยมีการป้อนน้ำดินเข้าในแนวรัศมี เพื่อให้มีแรงดันป้อนเท่า ๆ กัน ตัวแปรที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการให้เหมาะสมเป็นไปตามผลที่ได้จากการทดลอง ความสามารถในการทำงานของไฮโดรไซโคลนชุดดังกล่าวเพียงพอสำหรับความต้องการสมรรถนะของเครื่องสูบ และระบบการป้อนก็ต้องออกแบบให้เหมาะสมที่จะสามารถปรับตัวแปรในระดับหนึ่งได้

ส่วนล้นที่ออกจากเครื่องคัดขนาดแบบสไปราล จะป้อนเข้าสู่ไฮโดรไซโคลนชุดดังกล่าวโดยผ่าถังพักน้ำดิน เพื่อให้สามารถปรับแรงดันและปรับปริมาณน้ำได้ ส่วนที่ออกทางล่างของไฮโดรไซโคลนมีทรายหยาบมาก ปล่อยลงท่อไปสู่บ่อเก็บทราย พร้อม ๆ กับทรายหยาบจากเครื่องคัดขนาด เนื่องจากมีปริมาณดินละเอียดปะปนอยู่น้อย ส่วนล้นที่มีเนื้อดินประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักจะเก็บไว้ในบ่อตกดิน เพื่อรอให้ตกตัวก่อนที่จะเข้าเครื่องกรอง คัดน้ำทิ้ง

ความสามารถในการทำงานของไฮโดรไซโคลน ให้อัตราการไหลของน้ำดินสูง และดินตกตัวได้ช้า ทำให้ไม่สามารถระบายดินออกสู่เครื่องได้ทัน ดังนั้นถ้าหากปรับปรุงการตกตัวของดินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จะทำให้สมรรถนะในการทำงานของทั้งวงจรสูงขึ้นอีก

ภาพถ่ายที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นการติดตั้งชุดไซโคลนขนาด 100 มิลลิเมตร จำนวน 16 ตัว 1 ชุด ในการทำงานของโรงแต่งดินขาว ไทยเกาลิน จังหวัดลำปาง

การใช้อุปกรณ์คัดขนาดที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกระบวนการที่จะให้สมรรถนะที่ดีและการใช้ตัวแปรที่ถูกต้อง การควบคุมที่เหมาะสมก็จะให้ผลที่มีประสิทธิภาพ มีคุณภาพที่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม กระบวนการจะต้องมีการปรับปรุงในรายละเอียดอยู่ตลอดเวลา ตามคุณลักษณะจำเพาะของดินที่ใช้