

ดินขาว

ที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมกระดาษและสี

เรารู้จักดินขาวมานานในฐานะที่เป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมเซรามิก ทั้งการทำเนื้อดิน การเติมลงในน้ำเคลือบ เพื่อช่วยกระจายลอยตัวและเพิ่มการยึดเกาะระหว่างเนื้อดินและชั้นสลิเคลือบ แต่ในความจริงแล้วดินขาวยังมีบทบาทที่สำคัญในอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกมาก

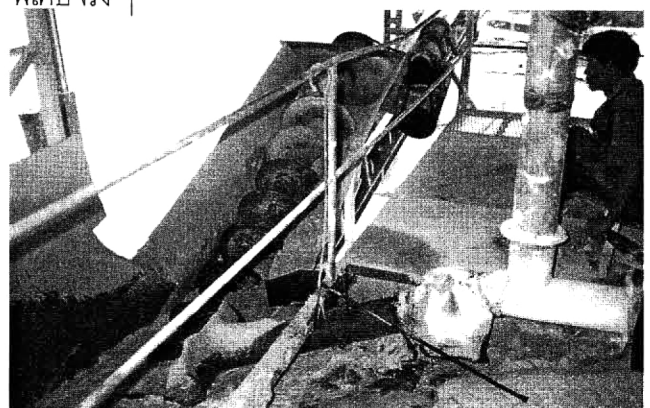
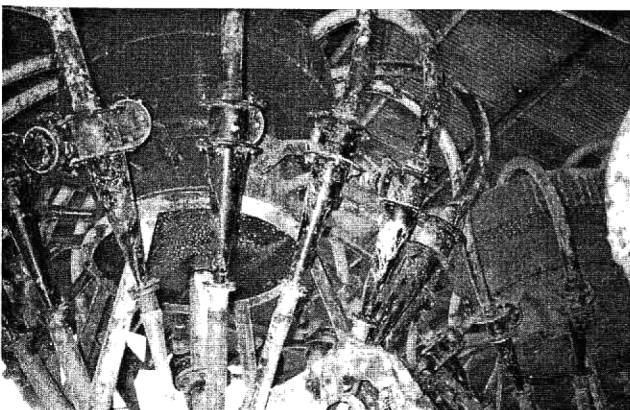
นอกจากในอุตสาหกรรมเซรามิกแล้ว ดินขาวนั้นยังใช้เป็นตัวฟิลเลอร์ในอุตสาหกรรมกระดาษ, สี, ยาง, พลาสติก และผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกมากมาย สำหรับอุตสาหกรรมกระดาษนั้น แร่ดินขาวเป็นตัวฟิลเลอร์และเคลือบผิวกระดาษ เนื่องจากว่าแร่ดินขาวนั้นมีคุณสมบัติต่างๆ ที่เหมาะสมซึ่งได้แก่ ความละเอียดของอนุภาค, มีความขาวตามธรรมชาติ, อนุภาคของแร่มีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยมซึ่งไม่มีความคม, มีความสามารถดูดซับน้ำได้ดี, อนุภาคไม่แข็งจนเกินไปและมีราคาถูกกว่าสารเคมีอื่นๆ

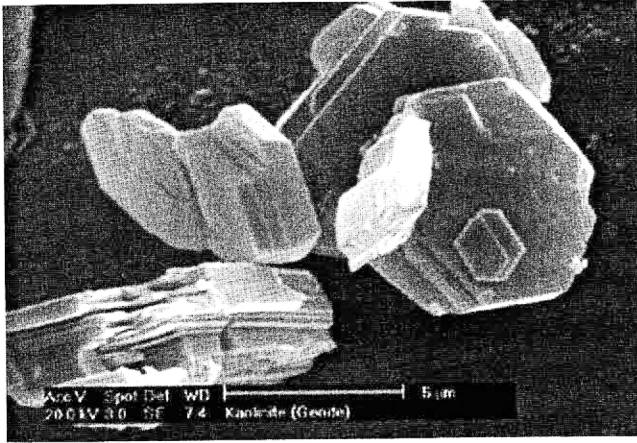
สำหรับดินขาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟิลเลอร์กระดาษ ต้องมีการทดสอบคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

1. จำนวนกรวดทราย หรืออนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 325 เมช
2. ความละเอียดของเม็ดดิน โดยหาเป็นการกระจายของขนาดอนุภาค (Particle-size distribution)
3. ความขาวสว่าง (brightness) ก่อนเผา
4. ความยากง่ายในการฟลอกสี (Leachability)
5. ลักษณะของผลึกของเม็ดดิน

จำนวนกรวดทราย (Grit)

จำนวนกรวดทรายหรือปริมาณกากที่ค้างบนตะแกรงขนาด 325 เมช (%Residue) นั้น ถ้าดินขาวตามธรรมชาติมีกรวดทรายเล็กน้อยจนถึง 5% จะแยกทรายออกโดยวิธีแต่งแห้ง (Air-Flotation Techniques) แต่ถ้ามีจำนวนกรวดทรายมากกว่านี้ จะใช้วิธีแต่งเปียก (Wet Benefication) ถ้ามีกรวดทรายเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น จำนวนดินขาวที่แยกจะได้จำนวนน้อยลง และค่าใช้จ่ายในการผลิตก็สูงขึ้น และถือว่าดินขาวธรรมชาติที่มีกรวดทราย 10-15% เป็นค่าจำนวนกรวดทรายที่สูงที่สุดที่จะอยู่ได้ในดินขาวที่เอามาแยก ยกเว้นว่าดินขาวธรรมชาตินั้นมีคุณสมบัติพิเศษจริง ๆ





การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของเม็ดดิน (Particle size distribution)

การทดสอบหาความละเอียดของอนุภาคเม็ดดินนั้นมีความสำคัญมาก ทำให้ทราบจำนวนเนื้อดินขาวที่แยกออกมาเพื่ออุดช่องว่างกระดาด (หรือฟิลเลอร์กระดาด) ว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงใด อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอนนี้มีความสำคัญเป็นพิเศษ เพราะว่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์อื่นๆ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความละเอียดของเม็ดดิน การทดสอบหาความละเอียดของเม็ดดินจากแหล่งต่างๆ ที่เอามาผสมกันทำให้ได้เม็ดดินที่มีขนาดมาตรฐานสามารถป้อนดินให้โรงแต่งได้เหมาะสม เป็นผลให้โรงแต่งแร่ดินขาวสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมกระดาด ได้มาตรฐานตามที่ต้องการและสามารถใช้วิธีผลิตแบบเดียวกันได้ โดยปกติดินขาวที่ใช้ฟิลเลอร์กระดาดจะประกอบด้วยเม็ดดินที่เล็กกว่า 2 ไมครอนมากกว่า 50 %

ความขาวสว่าง (Brightness)

ความขาวสว่างนั้นวัดจากดินที่เอากวดยุติออกแล้ว และจากส่วนที่มีขนาดละเอียดที่ใช้ฟิลเลอร์กระดาด ซึ่งมีเม็ดดินเล็กกว่า 2 ไมครอน จำนวน 50 % ต้องมีความขาวสว่างต่ำสุด 80 % หรือมากกว่า ซึ่งจะเป็นการวัดความขาวของดินดิบที่ยังไม่เผา ซึ่งแตกต่างกับการใช้งานในอุตสาหกรรมเซรามิกที่จะวัดค่าความขาวของดินหลังเผาแล้ว ดังนั้นจะเห็นว่าดินขาวระนองมักไม่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้เป็นฟิลเลอร์เนื่องจากสีของดินดิบจะมีสีเหลืองชัดเจน แตกต่างจากดินขาวนราธิวาส และดินขาวอุตรดิตถ์ที่มีความขาวของดินดิบสูงกว่า

ลักษณะของผลึกของเม็ดดิน

ลักษณะของผลึกของเม็ดดินนั้นจะเป็นข้อที่ต้องนำมาพิจารณาด้วย สำหรับดินที่จะนำมาใช้ทำฟิลเลอร์ถ้าผลึกของเม็ดดินมีความคมเกินไปก็จะทำให้มีปัญหาในการใช้งานได้ซึ่งดินขาวระนองก็พบปัญหานี้เช่นกันเมื่อเทียบกับดินขาวนราธิวาส

ความยากง่ายในการฟอกสี (Leachability)

การวัดผลการฟอกสีว่าฟอกสีได้ขาวขึ้นมากน้อยเพียงใดนั้นวัดจากเนื้อดินที่มีขนาดสำหรับใช้เป็นฟิลเลอร์กระดาด เพื่อให้ได้ค่าความขาวสว่างสูงสุด การฟอกสีนั้นอาจใช้ฟอกโดยวิธีมาตรฐาน ด้วยการเพิ่มออกซิเจน (Oxidation) หรือการลดออกซิเจน (Reduction) การหาขีดความสามารถของการฟอกสีของดินขาวนั้นมีความสำคัญมาก ทำให้ทราบถึงขีดความสามารถในการตกแต่งดิน เป็นผลให้ทราบว่าเนื้อดินจากแหล่งนั้นๆ สามารถใช้เป็นฟิลเลอร์กระดาดได้โดยตรงหรือไม่เพียงไร หรือต้องเอานำไปผสมกับดินแหล่งอื่น ๆ เพื่อให้ได้มาตรฐานความขาวสว่างตามที่ต้องการ

วิธีการทางเคมีของการฟอกสี (Chemical Method of treatment)

ถึงแม้ว่า ขบวนการทางเคมีสำหรับการฟอกสีดินขาว จะทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าขบวนการทางกายภาพ (Physical methods) แต่ก็ยังนิยมใช้กันโดยทั่วไป

ขบวนการฟอกสีทางเคมีมีอยู่หลายวิธี แต่ขบวนการโดยพื้นฐานแบ่งย่อยได้ 3 ขบวนการคือ

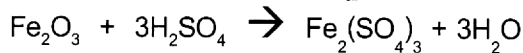
1. ขบวนการทางเคมี โดยการทำให้เกิดการละลาย (Chemical solution process) ซึ่งมลทิน (Impurities) ในดินที่เป็นตัวให้สีที่ไม่ต้องการ จะถูกฟอกออกมา โดยปกติสารเคมีที่ใช้เป็นพวกกรด หรืออัลคาไลน์ โดยทั่วไป ความขาวสว่าง (Whiteness) ของดินขาว จะเพิ่มขึ้นได้ด้วยการเอาเหล็กเพอร์ริกและติตาเนียมไดออกไซด์ออกจากดิน ซึ่งสิ่งปลอมปนเหล่านี้จะมีขนาดละเอียด (-0.3 ไมครอน) ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้ความขาวสว่างลดลง

มีการใช้ Sodium acid oxalate ละลายเหล็กออกไปจากเนื้อดิน และเมื่อดินและแอมโมเนีย ถูกทำให้อิ่มตัว (Saturated) ด้วยไฮโดรเจนซัลไฟด์ ฟอกตามด้วย 0.05 N.HCl เหล็กจะถูกขจัดออกมาเป็นปริมาณมาก

แต่วิธีการนี้ใช้ไม่ได้ผลกับเหล็กในรูปอื่น หรือแร่ใด ๆ ที่มีเหล็กอยู่ (Iron-bearing) อย่างเช่น ไนไบโอไทต์ (Biotite), บะซอลต์ (Basalt) และแกรนิต (Granite)

นอกจากนี้ยังสามารถที่จะขจัดเหล็กออกไซด์ที่เป็นมลทินโดยการเอาออกมาด้วยการฟอก โดยทำให้สารแขวนลอยของดิน (Clay suspension) ที่อิ่มตัวด้วย แอมโมเนียไฮดรอกไซด์, ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แล้วออกซิไดซ์ด้วย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) ในกรดซัลฟูริก

การฟอกดินขาวโดยวิธีการละลายเหล็กออกมาในทางอุตสาหกรรมโดยใช้ กรดซัลฟูริก ดังปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



วิธีนี้ยังรวมถึงการฟอกดินด้วยกรดในหม้ออบความดัน (Autoclave) ที่ความดันบรรยากาศ 2 bar เป็นเวลา 2 ชั่วโมงผลที่ได้ก็คือปริมาณของเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) ลดลงมากกว่า 90%

2. ขบวนการลดออกซิเจน (Reduction Process) เป็นขบวนการรีดิวซ์ (Reduce) เหล็กเฟอร์ริก (Fe^{+3} Ferric iron) เป็นเหล็กเฟอร์รัส (Fe^{+2} Ferrous iron) เนื่องจากเหล็กเฟอร์รัสจะให้สีที่เป็นสีขาวอมน้ำเงินมากกว่า ซึ่งตาคนเราจะมองสีขาว โทนนี้ว่าขาวกว่าสีขาวอมเหลืองที่เกิดจากเหล็กเฟอร์ริก ซึ่งกระบวนการฟอกดินขาวโดยการลดออกซิเจนนี้มีหลายวิธีดังต่อไปนี้คือ

วิธีการรีดิวซ์ ด้วยติตาเนียม ไตรคลอไรด์ (Titanium Trichloride)

ขบวนการรีดิวซ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมดินขาว จะเป็นการรีดิวซ์ดินขาวด้วย ติตาเนียมไตรคลอไรด์ (TiCl_3) ติตาเนียมไตรคลอไรด์ จะมีอำนาจในการรีดิวซ์ได้สูง เมื่อใช้ pH ต่ำกว่า 2 ขบวนการรีดิวซ์จะทำให้ Fe^{3+} เปลี่ยนเป็น Fe^{2+}

วิธีการรีดิวซ์ด้วย โซเดียม โบโรไฮไดรด์ (Sodium Borohydride Reduction)

วิธีนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการรีดิวซ์ของเหล็กเฟอร์ริก เป็นเหล็กเฟอร์รัส โดยโซเดียมโบโรไฮไดรด์ ที่ pH 2 - 4.5 โดยการใช้กรดซัลฟูริก เจือจางเป็นตัวควบคุม pH และที่อุณหภูมิ 50°C ข้อดีของวิธีนี้ ก็คือ ใช้ปริมาณสารรีดิวซ์ ปริมาณน้อยสำหรับขบวนการรีดิวซ์ และนอกจากนี้โซเดียมโบโรไฮไดรด์ ราคาถูก จึงใช้กันโดยทั่วไป

วิธีการรีดิวซ์ ด้วยสารประกอบของไดไธโอนิต (Reduction Method with Dithionite Compound)

โซเดียม ไดไธโอนิต เป็นสารรีดิวซ์ที่สำคัญที่เป็นที่รู้จักดี ในอุตสาหกรรมดินขาว สารละลายของ โซเดียมไดไธโอนิต จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเชิงซ้อนและขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และ pH ของระบบ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรีดิวซ์ของเหล็กในดินขาว โดยใช้ไดไธโอนิต คือ pH ของระบบ ส่วนปัจจัยอื่นๆ อาจจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าลง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของการรีดิวซ์ลดลง แต่ถ้าเพิ่ม สารรีดิวซ์ จะช่วยเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

ซิงค์ไดไธโอนิต (Zinc dithionite) มีคุณสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีกว่า โซเดียมไดไธโอนิต จะเสถียร (Stable) กว่าและ

ไม่จำเป็นต้องควบคุม pH มากนัก ช่วงการใช้งานที่จะก่อให้เกิดการรีดิวซ์ได้มากที่สุด คือ pH อยู่ในช่วง 2-3.5 และใช้กรดซัลฟูริกช่วยในการเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ปริมาณของซิงค์ไดไธโอนิตเพิ่มขึ้นจะช่วยให้เกิดรีดักชันได้มากขึ้นด้วย

หลังจากการฟอกด้วย ไดไธโอนิตที่เหมาะสม ความขาวสว่างและความขาวของดินขาว จะเพิ่มขึ้นมาก และเหล็กที่ถูกรีดิวซ์ก็ไม่จำเป็นต้องเอาออก ถ้าหากว่าดินนั้นนำไปใช้ทำกระดาษซึ่งจะไม่ต้องผ่านการเผา โดยเหล็กจะอยู่ในรูปของเหล็กเฟอร์รัส ซึ่งจะไม่ส่งผลใด ๆ ต่อคุณภาพของดินขาว แต่ถ้าดินต้องผ่านการเผาที่ใช้ในการผลิตเซรามิก ถ้ามีเหล็กเฟอร์รัสจะเป็นอันตราย เพราะว่าจะเกิดการออกซิไดซ์กลับมาใหม่ หรือเป็นตัวที่ลดจุดหลอมตัว (Flux) ที่รุนแรงมากที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดปัญหาจุดดำในเนื้อดิน ดังนั้นถ้าจะใช้ในทางเซรามิก ดินขาวที่ผ่านการฟอกด้วยไดไธโอนิตโดยปกติจะทำการกรองและล้างก่อนนำมาใช้

3. ขบวนการเพิ่มออกซิเจน (Oxidation process) จะเป็นขบวนการที่ใช้กับดินที่มีสารอินทรีย์ (Organic) เพื่อให้ออกซิไดส์ (Oxidise) คาร์บอน (C) ในสารอินทรีย์

การฟอกโดยวิธีออกซิเดชันนี้จะช่วยปรับปรุงทางด้านความขาวสว่าง และความขาวของดินขาว โดยเป็นเพียงการฟอกพวกสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน การฟอกโดยวิธีนี้ สารที่ใช้ฟอกจำเป็นต้องไม่ให้สีโดยตัวมันเองแก่ดิน และไม่ควรจะมีผลต่อแร่ในดิน สารที่ใช้ในการออกซิไดซ์จะมีราคาค่อนข้างแพง และจำเป็นต้องใช้เป็นปริมาณที่มากเกินไป เพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) และแบเรียมเปอร์ออกไซด์ (Barium peroxide) จะเป็นตัวที่ใช้มากที่สุด เพราะสารพวกนี้จะให้ออกซิเจนอย่างคงที่ ไม่ว่าจะเป็นการเติมน้ำลงไป หรือการใช้ความร้อนในการต้มกับตัวเนื้อดินดินขาวแต่ละชนิดและแต่ละแหล่งนั้นจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัว วิธีการฟอกวิธีหนึ่งอาจจะใช้ได้กับดินชนิดหนึ่ง แต่อาจจะไม่เหมาะสมกับดินอีกชนิดหนึ่ง สิ่งที่มีอิทธิพลต่อขบวนการฟอกสีทางเคมี ได้แก่ แร่ที่เป็นสิ่งปลอมปน (Impurity) ที่อยู่ในดิน, ขนาด และการกระจายตัวของเม็ดดิน

จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมการแต่งแร่ดินขาวนั้น ไม่ได้มุ่งเน้นแต่ในอุตสาหกรรมเซรามิกเท่านั้น แต่ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ก็มีการใช้แร่ดินขาวด้วยเช่นกันซึ่งราคาขายแร่ดินขาวที่คุณภาพดี ๆ สำหรับการใช้เป็นฟิลเลอร์นั้นจะสูงกว่าการส่งขายในอุตสาหกรรมเซรามิกที่มีการแข่งขันด้านราคากันอย่างหนัก

