

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	เสถียรภาพการกระจายตัวของน้ำเคลือบเซรามิกที่ได้จาก การดูดซับสารลดแรงตึงผิวไอออนิก
ผู้เขียน	นายปรีชา ปัญญา
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เคมี)
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรอนงค์ อารีศิริโร ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร. เรืองศรี วัฒนเสถียร กรรมการ อาจารย์ ดร. วิมล ไสยสมบัติ กรรมการ

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการดูดซับสารลดแรงตึงผิวชนิดไอออนบวก ได้แก่เซทิลทริคีนีเยมคลอไรด์(ซีทีซี) และสารลดแรงตึงผิวชนิดไอออนลบ ได้แก่โซเดียมโดเดซิลเบนซีนซัลโฟเนต(เอสดีบีเอส) บนอนุภาคในน้ำเคลือบเซรามิก ที่ประกอบด้วย เกล็ด คอาร์ทซ์ เฟลด์สปาร์ และหินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต) โดยได้ศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับและศักย์ซีตาเพื่อให้เข้าใจเสถียรภาพการกระจายตัวของอนุภาคในน้ำเคลือบเซรามิก ที่มีผลจากพีเอช ความแรงไอออน และความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว พบว่าการดูดซับซีทีซีสูงสุดเกิดขึ้นบริเวณความเข้มข้นวิกฤตไมเซลล์ของสารลดแรงตึงผิว (ซีเอ็มซี) ปริมาณการดูดซับเพิ่มขึ้นตามพีเอชและความแรงไอออน ส่วนเสถียรภาพการกระจายตัวสัมพันธ์กับปริมาณการดูดซับ ซีทีไอออนจะถูกดูดซับบนพื้นผิวประจุลบของอนุภาคที่พีเอช 7 และ 9 ที่ปริมาณการดูดซับสูงสุดมีค่าศักย์ซีตาเป็นบวกมากขึ้น ที่พีเอชทั้งสองค่าเนื่องจากการเกิดการดูดซับแบบไบเลเยอร์ของสารลดแรงตึงผิว ได้ศึกษาผลของความแรงไอออนโดยเปลี่ยนปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ที่เติมลงไป พบว่าเสถียรภาพการกระจายตัวไม่ดีขึ้น ในความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ สังเกตได้จากค่าศักย์ซีตาเป็นบวกน้อยลง ที่พีเอชทั้งสองค่า ปริมาณการดูดซับเอสดีบีเอสสูงสุดเกิดบริเวณซีเอ็มซีที่พีเอช 9 เช่นกัน แต่เกิดเหนือซีเอ็มซีที่พีเอช 7 ปริมาณการดูดซับลดลงตามการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอช ที่พีเอช 7 ปริมาณการดูดซับเพิ่มขึ้นตามค่าความแรงไอออน ส่วนพฤติกรรมที่พีเอช 9 เกิดในทางตรงกันข้าม ซึ่งการเพิ่มความแรงไอออนเป็นผลให้ปริมาณการดูดซับลดลง และพบว่าเสถียรภาพการกระจายตัวสัมพันธ์

กับปริมาณการดูดซับเช่นเดียวกัน ที่พีเอช 9 สังเกตพบศักย์ซีตาที่เป็นค่าลบเพิ่มขึ้นสูงเพียงพอที่จะสร้างเสถียรภาพการกระจายตัว ขณะที่พีเอช 7 มีค่าศักย์ซีตาเป็นค่าลบต่ำกว่า เสถียรภาพการกระจายตัวที่พีเอช 7 อาจเกิดจากผลของแรงผลักเนื่องจากความเกาะเกาะที่เกิดจากการดูดซับเป็นชั้นหนาของสารเชิงซ้อนที่มีประจุเป็นกลางของ $\text{Ca}(\text{DBS})_2$ และพบว่า ศักย์ซีตาที่มีค่าเป็นลบใน 0.1 โมลาร์โซเดียมคลอไรด์ มีค่าต่ำกว่าใน 0.001 และ 0.01 โมลาร์โซเดียมคลอไรด์ ที่พีเอชทั้งสองค่า

เพื่อให้เข้าใจและยืนยันเสถียรภาพการกระจายตัว ได้ศึกษาพฤติกรรมการไหลตัวและการนอนก้นของน้ำเคลือบเซรามิกโดยการวัดค่าความหนืด และเทคนิคเทอร์บิสแกน พบว่าความหนืดขึ้นอยู่กับชนิดของสารลดแรงตึงผิว ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่เติม ความแรงไอออน และค่าพีเอช สำหรับซีพีซี ที่พีเอช 9 และความแรงไอออนทุกค่า ความหนืดเริ่มต้นเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเติมซีพีซีถึง 20-30 ไมโครโมลต่อกรัม ความหนืดมีค่าสูงสุดและการกระจายตัวมีเสถียรภาพน้อยที่สุด หลังจากนั้นความหนืดจะเริ่มลดลงจนกระทั่งเมื่อเติมซีพีซีมากกว่า 60 ไมโครโมลต่อกรัม น้ำเคลือบจะเสถียรที่สุด พฤติกรรมเช่นเดียวกันเกิดขึ้นที่พีเอช 7 พบว่าค่าความหนืดต่ำสุดสัมพันธ์กับปริมาณการดูดซับสูงสุด

สำหรับเอสดีบีเอส ค่าความหนืดของน้ำเคลือบเซรามิกใน 0.001 และ 0.01 โมลาร์โซเดียมคลอไรด์ต่างจากใน 0.1 โมลาร์โซเดียมคลอไรด์ และต่างกันระหว่างค่าพีเอช 7 และพีเอช 9 ที่พีเอช 7 ความหนืดมีค่าสูงสำหรับการเติมเอสดีบีเอสมากถึง 100 ไมโครโมลต่อกรัม เมื่อปริมาณเอสดีบีเอสเพิ่มขึ้นค่าความหนืดลดลงจนกระทั่งมีค่าต่ำสุดเมื่อมีปริมาณเอสดีบีเอสประมาณ 150 ไมโครโมลต่อกรัม ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเติมเอสดีบีเอสมากกว่านี้ พบพฤติกรรมเช่นเดียวกันที่พีเอช 9 ยกเว้นค่าความหนืดต่ำสุดจะเกิดขึ้นเมื่อเติมเอสดีบีเอสเพียง 25 ไมโครโมลต่อกรัม การเพิ่มขึ้นของความหนืดเป็นผลจากคิพลีชันซึ่งเกิดจากสารลดแรงตึงผิวไมเซลล์ที่ไม่ถูกดูดซับ ผลของความแรงไอออนสามารถพบได้ชัดเจนตรงตำแหน่งที่ความหนืดมีค่าต่ำสุดจากผลของสารลดแรงตึงผิวทั้งสองตัว ค่าความหนืดต่ำสุดของน้ำเคลือบเซรามิกใน 0.1 โมลาร์โซเดียมคลอไรด์ มีค่าสูงกว่าใน 0.001 และ 0.01 โมลาร์ ที่พีเอชทั้งสองค่า ซึ่งสอดคล้องกับผลจากศักย์ซีตา

จากการศึกษาพฤติกรรมการนอนก้นของน้ำเคลือบเซรามิก ที่มีผลจากการเติมซีพีซีและเอสดีบีเอสโดยใช้เทคนิคเทอร์บิสแกน พบว่าปริมาณซีพีซีและเอสดีบีเอสต่อกรัมที่เพียงพอเพื่อเพิ่มเสถียรภาพสอดคล้องกับผลจากการวัดศักย์ซีตาและค่าความหนืด สรุปได้ว่าเสถียรภาพการกระจายตัวของน้ำเคลือบเซรามิก สามารถปรับปรุงได้โดยการเติมสารลดแรงตึงผิวไอออนิกที่เป็นผลมาจากแรงผลักจากชั้นซ้อนของประจุหรือแรงผลักจากความเกาะเกาะจากการดูดซับสารลดแรงตึงผิวไอออนิก ขึ้นอยู่กับชนิดของสารลดแรงตึงผิว ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่เติม ความแรงไอออน และค่าพีเอช

Thesis Title Dispersion Stability of a Ceramic Glaze Achieved Through
Ionic Surfactant Adsorption

Author Mr. Preecha Panya

Degree Doctor of Philosophy (Chemistry)

Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Orn-anong Arquero Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Ruangsri Watanesk Member

Dr. Wimol Saiyasombat Member

ABSTRACT

The adsorption of a cationic surfactant, cetylpyridinium chloride (CPC) and an anionic surfactant, sodium dodecylbenzenesulfonate (SDBS) onto a ceramic glaze mixture composed of kaolin, quartz, feldspar and limestone (calcium carbonate) were investigated. Both adsorption isotherm and the particle zeta potential were studied in order to understand the dispersion stability as a function of pH, ionic strength and surfactant concentration. It was observed that the maximum adsorption of CPC occurred near the critical micelle concentration (cmc) of the surfactant. The amounts adsorbed increased with both increasing pH and ionic strength. The dispersion stability was found to correlate with the extent of adsorption. CP⁺ ions were adsorbed onto the primarily negatively charged surfaces of the particles at pH 7 and pH 9. At maximum adsorption, the zeta potential was more positive at both pH values as a

result of bilayer-adsorbed surfactant. The effect of ionic strength was studied by varying the concentration of NaCl added. Poor dispersion stability was found in 0.1 M NaCl noticeable from the lower positive zeta potential values at both pH values.

The maximum adsorption of SDBS on the ceramic glaze also occurred near its cmc at pH 9 but above the cmc at pH 7. The amount adsorbed decreased with increasing pH. At pH 7, the amount adsorbed increased as the ionic strength increased contrary to the behavior at pH 9 where an increase in ionic strength resulted in a decrease in the amount adsorbed. The dispersion stability was also found to correlate with the extent of adsorption. At pH 9, this slight increase was observed to be enough to promote stability with a higher negative zeta potential value, whereas at pH 7 the negative zeta potential was lower. The dispersion stability at pH 7 was probably due to steric repulsion caused by the adsorption of thick layers of neutrally charged $\text{Ca}(\text{DBS})_2$ complexes. The negative zeta potential in 0.1 M NaCl was found to be lower than in 0.001 and 0.01 M NaCl at both pH values.

In order to understand and confirm the dispersion stability, the rheological and sedimentation behaviors of the ceramic glaze suspension were studied through viscosity measurement and turbiscan technique. It was observed that the viscosity depended on the surfactant type, amount of surfactant added, ionic strength and pH. For CPC, at pH 9 and all ionic strengths, the viscosity initially increased until the addition of 20-30 $\mu\text{moles CPC/g solid}$, where the maximum viscosity occurred and the suspension was least stable. After that the viscosity started to decrease until more than 60 $\mu\text{moles CPC/g solid}$ was added, the ceramic glaze became most stable. The same behavior occurred at pH 7. The viscosity minimum was found to correlate with the adsorption maximum.

For SDBS, the viscosity of the ceramic glaze in 0.001 and 0.01 M NaCl were different to that in 0.1 M NaCl, and differed between pH 7 and pH 9. At pH 7, the viscosities remained high for additions of as much as 100 μ moles SDBS/g solid. As the concentration of added SDBS increased, the viscosity decreased until reaching the minimum value at SDBS dosage of about 150 μ moles SDBS/g solid, before starting to increase again when more SDBS was added. Similar behavior was observed at pH 9, except that the minimum value occurred at only SDBS dosage of 25 μ moles SDBS/g solid. This increase in viscosity was due to the depletion effect induced by non-adsorbed surfactant micelles. The effect of ionic strength could be clearly detected at the minimum viscosity of both surfactants. The minimum viscosity of the ceramic glaze in 0.1 M NaCl was higher than in 0.01 and 0.001 M at both pH values, correlated with the zeta potential results.

The sedimentation behavior of the ceramic glaze as a function of both CPC and SDBS dosages was also studied via the turbiscan technique. The amounts of CPC and SDBS dosages per gram solid needed to create stable state were found to correlate with the results from zeta potential and viscosity measurements. It can be concluded that the dispersion stability of the ceramic glaze was improved by addition of ionic surfactants. Either electrical double layer repulsion or steric repulsion from ionic surfactant adsorption can increase dispersion stability depending on the surfactant type, amount of surfactant added, ionic strength and pH.