



บทที่ 2

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียดองชยะและทฤษฎี

2.1 ลักษณะสมบัติของชยะ

ลักษณะของชยะที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานครหรือชุมชนอื่น ๆ นั้น โดยทั่วไปจะประกอบด้วยสิ่งต่างๆ หลากหลายชนิด เช่น เศษอาหารพวกพืชผัก เศษเนื้อ กระดาษ ผ้า พลาสติก แก้ว ไม้ โลหะต่างๆ สารเคมีต่างๆ เศษยาง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้บางชนิดก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ถ้ามีการย่อยสลาย ซึ่งทำให้เกิดก๊าซ หรือสารพิษขึ้นได้ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและควบคุมการกำจัดชยะให้เหมาะสม เนื่องจากการที่ชยะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ มากประเภท ทำให้ลักษณะสมบัติของชยะแปรเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา แม้ว่าจะเป็นชยะที่มาจากบริเวณชุมชนเดียวกัน

องค์ประกอบทางกายภาพของชยะจากชุมชน แสดงในตารางที่ 2.1 และจากการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของชยะที่เกิดขึ้นในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างชยะที่บ่อรับชยะของโรงกำจัดขยะมูลฝอยอ่อนนุช เมื่อปี พ.ศ. 2522-2523 โดยเก็บตัวอย่าง 14 ครั้ง ในช่วงฤดูฝน และ 18 ครั้ง ในช่วงฤดูร้อน วิเคราะห์ผลโดยสำนักวิชาความสะอาดและคณะศึกษาสำรวจผู้เชี่ยวชาญชาวญี่ปุ่นจากองค์การ JICA รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 Typical Physical Composition of Municipal Solid Wastes.
(Tchobanoglous, Theisen, and Eliassen, 1977)

| Component | Percent by weight | | Moisture, percent | |
|------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| | Range | Typical | Range | Typical |
| Food wastes | 6 - 26 | 15 | 50 - 80 | 70 |
| Paper | 25 - 45 | 40 | 4 - 10 | 6 |
| Cardboard | 3 - 15 | 4 | 4 - 8 | 5 |
| Plastics | 2 - 8 | 3 | 1 - 4 | 2 |
| Textiles | 0 - 4 | 2 | 6 - 15 | 10 |
| Rubber | 0 - 2 | 0.5 | 1 - 4 | 2 |
| Leather | 0 - 2 | 0.5 | 8 - 12 | 10 |
| Garden trimmings | 0 - 20 | 12 | 30 - 80 | 60 |
| Wood | 1 - 4 | 2 | 15 - 40 | 20 |
| Glass | 4 - 16 | 8 | 1 - 4 | 2 |
| Tin cans | 2 - 8 | 6 | 2 - 4 | 3 |
| Nonferrous metals | 0 - 1 | 1 | 2 - 4 | 2 |
| Ferrous metals | 1 - 4 | 2 | 2 - 6 | 3 |
| Dirt, ash, brick, etc. | 0 - 10 | 4 | 6 - 12 | 8 |

ตารางที่ 2.2 Physical Composition of solid waste properties in Bangkok. (จรรยาพล, 2528)

| Items. | Percent on dry weight basis | | | Percent of moisture content. | | |
|------------------------|-----------------------------|------------|----------------|------------------------------|------------|----------------|
| | Rainy season | Dry season | Variance ratio | Rainy season | Dry season | Variance ratio |
| 1. Combustibles (%) | 73.7 | 62.2 | 6.633 | 63.0 | 64.1 | 0.319 |
| Paper | 18.8 | 17.2 | 0.564 | 57.5 | 60.0 | 1.122 |
| Textiles | 4.8 | 4.1 | 0.617 | 50.1 | 46.9 | 1.032 |
| Vegetables | 17.3 | 15.6 | 0.943 | 74.7 | 77.9 | 7.424 |
| Wood & Grass | 19.5 | 19.7 | 0.004 | 64.7 | 63.9 | 0.153 |
| Plastic | 10.2 | 10.4 | 0.061 | 43.9 | 40.1 | 1.515 |
| Rubber & Leather | 3.1 | 2.2 | 0.657 | 14.2 | 20.8 | 2.307 |
| 2. Incombustibles (%) | 18.0 | 24.1 | 15.202 | 13.9 | 11.9 | 0.734 |
| Metal (ferrous) | 4.0 | 4.9 | 1.483 | 4.9 | 6.0 | 0.873 |
| Metal (nonferrous) | 0.3 | 0.4 | 0.414 | 0.7 | 2.2 | 1.721 |
| Glass | 4.8 | 6.1 | 2.961 | 1.8 | 1.8 | 0.006 |
| Stones & Bones | 8.4 | 12.3 | 10.756 | 24.1 | 18.1 | 3.132 |
| Dry cells | 0.5 | 0.4 | - | - | - | - |
| 3. Miscellaneous (%) | 8.3 | 6.7 | 1.354 | 46.3 | 44.7 | 0.532 |
| 4. Total (%) | 100.0 | 100.0 | - | 57.5 | 56.7 | 0.146 |
| Bulk Density (Kg./L) : | | | | 0.30 | 0.28 | 0.667 |

ตารางที่ 2.3 Chemical Composition of solid waste properties in Bangkok. (จรรยาณี, 2528)

| Chemical composition of ground sample. | | | | Chemical composition of wet solid waste. | | | |
|--|--------------|------------|----------------|--|--------------|------------|----------------|
| Composition. | Rainy season | Dry season | Variance ratio | Composition. | Rainy season | Dry season | Variance ratio |
| Combustibles (%) | 83.3 | 77.3 | 11.618 | Combustibles (%) | 27.8 | 26.8 | 0.380 |
| C | 45.54 | 42.86 | 6.462 | C | 15.30 | 14.30 | 0.112 |
| H | 6.87 | 6.50 | 1.982 | H | 2.29 | 3.97 | 0.028 |
| O | 28.84 | 26.17 | 2.934 | O | 9.57 | 8.99 | 0.989 |
| N | 1.17 | 0.877 | - | N | 0.39 | 0.30 | - |
| S | 0.213 | 0.142 | - | S | 0.07 | 0.04 | - |
| Cl | 0.645 | 0.739 | - | Cl | 0.22 | 0.26 | - |
| Ash (%) | 16.7 | 22.7 | 11.618 | Ash (%) | 1.47 | 16.5 | 5.36 |
| | | | | Moisture content (%) | 57.5 | 56.7 | - |
| | | | | Low calorific value (Kcal/Kg) | 1133.0 | 1134.0 | - |

2.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกองขยะ

การแปรเปลี่ยนลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกองขยะจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างได้แก่ ลักษณะสมบัติของขยะ วิธีการจัดขยะ ช่วงระยะเวลาในการย่อยสลาย(อายุของขยะ) นอกจากนี้อาจแปรเปลี่ยนเนื่องจากสถานะของสิ่งแวดล้อมขณะเก็บตัวอย่างน้ำ เช่น การเจือจางโดยน้ำฝน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นกับดิน ตลอดจนการย่อยสลายที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องภายหลังจากการเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ โดยทั่วไปลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกองขยะ มักมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ละลายน้ำ(สี), และไอออนของอินทรีย์สาร(คลอไรด์, ซัลเฟต) ในปริมาณที่สูง นอกจากนี้จะพบโลหะหลายชนิด(เหล็ก, โซเดียม, แคลเซียม, โบตัสเซียม, มังกานีสและสังกะสี)อยู่ด้วยเสมอจากการศึกษาและวิจัยโดยผู้วิจัยคณะต่างๆ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำเสียจากกองขยะแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 Range of Typical Domestic Refuse Leachate Constituent Concentrations. (Steiner, Fungaroli, Schoenberger and Purdom, 1971)

| Constituent | Concentration Range (mg/l) |
|---------------------------------|----------------------------|
| pH | 4.00 - 8.5 |
| COD | 100 - 51000 |
| Iron | 200 - 1700 |
| Zinc | 1 - 135 |
| Phosphate | 5 - 130 |
| Sulphate | 25 - 500 |
| Chloride | 100 - 2400 |
| Sodium | 100 - 3800 |
| Nitrogen (Kjeldahl) | 20 - 500 |
| Hardness(as CaCO ₃) | 200 - 5250 |
| Total residue | 1000 - 45000 |
| Nickel | 0.01 - 0.8 |
| Copper | 0.10 - 9.0 |

ตารางที่ 2.5 Composition of Leachates from Solid Domestic Waste Landfill Sites in the UK. (mg/l ,except pH value.)
(Robinson and Maris, 1979)



| Determinand | Leachate Number. | | | Remarks. |
|--------------------|------------------|-------|------|---|
| | 1 | 2 | 3 | |
| pH | 7.1 | 7.0 | 6.9 | Waste detail: Crude domestic refuse |
| COD | 11600 | 2700 | 6050 | |
| BOD | 7250 | 1800 | 4286 | Period of operation: |
| TOC | 4440 | 885 | 2040 | Early 1976- |
| NH ₃ -N | 340 | 137 | 224 | Site detail: Tipping into lined, drained bays |
| Organic-N | 155 | 3 | 16 | |
| Nitrate-N | <0.4 | <0.4 | 0.77 | Note: Leachate diluted by surface water |
| Nitrite-N | <0.2 | <0.02 | 0.63 | |
| Ortho-P | 0.22 | 0.25 | 0.16 | Sampling date: |
| Chloride | 2103 | 861 | 2777 | |
| Sulphate | 456 | 185 | 218 | Sample No.1(20-10-77) |
| Na | 2500 | 1050 | 1590 | Sample No.2(24-11-77) |
| Mg | 390 | 165 | 215 | Sample No.3(9-02-78) |
| K | 490 | 190 | 320 | |
| Ca | 1150 | 320 | 700 | |
| Cr | - | 0.03 | 0.09 | |
| Mn | 26.5 | 5.0 | 13.5 | |
| Fe | 160 | 13 | 38 | |
| Ni | - | <0.05 | 0.03 | |
| Cu | - | 0.02 | 0.03 | |
| Zn | 0.88 | 0.35 | 0.20 | |
| Pb | - | 0.15 | 0.08 | |

ถ้าเปรียบเทียบลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกองขยะในตารางที่ 2.4 และตารางที่ 2.5 ซึ่งเป็นการแสดงช่วงของความเข้มข้นของลักษณะสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด ตลอดจนช่วงความแตกต่างของค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุด และเมื่อเปรียบเทียบตารางที่ 2.6 กับตารางที่ 2.7 ซึ่งต่างเป็นตารางแสดงลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกองขยะ พบว่ามีความแตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของขยะที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2.6 Characteristics of Leachate. (Cook and Foree, 1974)

| Characteristics | Concentration (mg/l) |
|---|----------------------|
| pH | 5.4 |
| SS | 550 |
| Alkalinity, as CaCO ₃ | 3280 |
| Acidity, as CaCO ₃ | 1580 |
| COD | 15800 |
| BOD ₅ | 7100 |
| TKN | 280 |
| NH ₃ -N | 10 |
| Nitrate | 19 |
| Total P | 13 |
| Colour | 450 |
| Iron | 240 |
| Calcium | 1200 |
| Magnesium | 170 |
| Chloride | 540 |
| Conductivity (10 ⁻⁶ mhos/cm.) | 5800 |

ตารางที่ 2.7 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกองขยะทางเคมีและฟิสิกส์ บริเวณที่กำจัดขยะอ่อนนุช
(วีรารณ, 2530)

| Characteristics | Range |
|---|---------------|
| Colour, (Pt-Co scale) | 2550 - 45450 |
| pH | 7.0 - 8.6 |
| TS, (mg/l) | 3275 - 21542 |
| TVS, (mg/l) | 958 - 8176 |
| TSS, (mg/l) | 82 - 2732 |
| TVSS, (mg/l) | 52 - 1015 |
| TOC, (mg/l) | 750 - 2875 |
| COD, (mg/l) | 987 - 9215 |
| BOD ₅ , (mg/l) | 178 - 1881 |
| TKN, (mg/l as NH ₃ -N) | 299 - 2199 |
| Organic-N, (mg/l as NH ₃ -N) | 101 - 440 |
| NH ₃ -N, (mg/l) | 198 - 1758 |
| Total phosphate, (mg/l as P) | 18 - 70 |
| Total alkalinity, (mg/l as CaCO ₃) | 850 - 9150 |
| Volatile Fatty acids, (mg/l as CH ₃ COOH) | 110 - 913 |
| Chloride, (mg/l) | 98 - 2355 |
| Sulphate, (mg/l) | 43 - 340 |
| Fat, oil, grease, (mg/l) | 575 - 2178 |
| Polychlorinated Biphenyl, (ppb.) | <0.7 |
| Chromium, (mg/l) | <1.0 |
| mercury, (mg/l) | 3.8 - 4.7 |
| Conductivity, (10 ⁻⁶ mhos/cm.) | 5750 - 420000 |

2.3 แนวเหตุผลทฤษฎี

ในงานวิจัยที่ผ่านมากระบวนการทางเคมีที่สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติการเพื่อลดปริมาณความเข้มข้นของสีในน้ำเสียอย่างได้ผลเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือ โคแอกกูเลชัน โดยวิธีจาร์เทสท์ และจากการศึกษาและวิจัยของ Chian & DeWalle พบว่าสารประกอบอินทรีย์ที่ทำให้เกิดสีในน้ำเสียจากกองขยะคือ กรดฟัลวิคและกรดฮิวมิกซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ (Robinson and Maris, 1979) ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้พิจารณาสีที่เกิดขึ้นในเทอมของอนุภาคคอลลอยด์

2.3.1 อนุภาคคอลลอยด์

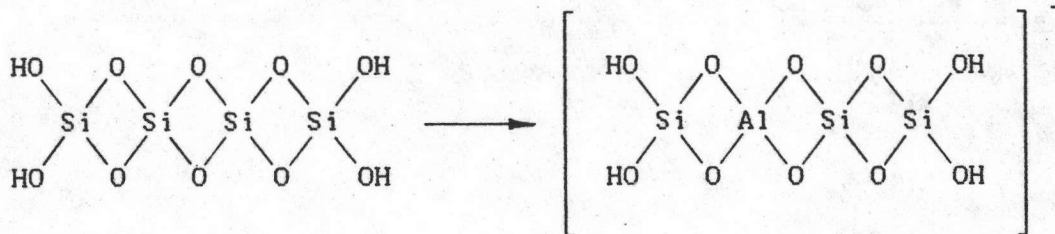
อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางช่วง 10^{-5} - 10^{-3} มม. จัดเป็นอนุภาคคอลลอยด์เนื่องจากขนาดที่เล็กมากทำให้อนุภาคไม่สามารถตกตะกอนได้ด้วยน้ำหนักของตัวเองในระยะเวลาอันสั้น

2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์

อนุภาคคอลลอยด์อาจมีประจุบวกหรือลบก็ได้ ตัวอย่างอนุภาคที่มีประจุลบในน้ำ ได้แก่ ความชุ่มชื้นในน้ำผิวดินซึ่งส่วนมากเป็นอนุภาคของดินเหนียวชนิดต่างๆ อนุภาคที่มีประจุบวกโดยทั่วไปจะเป็นอนุภาคของอินทรีย์สาร

ประจุไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์ได้จากหลายทางด้วยกันดังต่อไปนี้

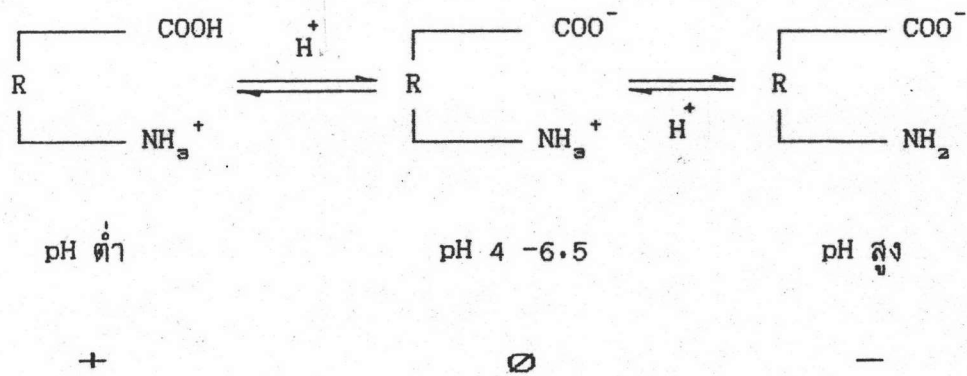
1) ความไม่บริสุทธิ์ของผลึกสาร โดยได้จากการแลกเปลี่ยนอะตอมของผลึกอนุภาคกับอะตอมจากภายนอกซึ่งมีประจุไม่เท่ากัน เช่น เมื่อ Al^{+3} แลกที่กับ Si^{+4} ซึ่งอยู่ในโครงสร้างผลึกของดินเหนียว ทำให้อนุภาคดินเหนียวมีประจุบวกลดลงจึงแสดงอำนาจเป็นอนุภาคที่มีประจุลบ



2) ประจุไฟฟ้าของไอออนที่ถูกดูดติดผิวของอนุภาคคอลลอยด์ โดยทั่วไปอนุภาคคอลลอยด์ที่อยู่ในน้ำมักดูดไอออนที่มีประจุลบมากกว่าไอออนที่มีประจุบวก ทำให้แสดงอำนาจเป็นอนุภาคที่มีประจุลบ เนื่องจากไอออนที่มีประจุบวกจะมีโมเลกุลของน้ำล้อมรอบอยู่ ทำให้ไอออนบวกไม่สามารถเข้าใกล้ติดผิวอนุภาคคอลลอยด์ได้ดีเท่ากับไอออนลบ

3) การละลายตัวของไอออน โดยอนุภาคคอลลอยด์ที่ประกอบด้วยไอออนต่างชนิดกันและมีความสามารถในการละลายน้ำต่างกัน

4) การแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group อนุภาคคอลลอยด์ได้ประจุไฟฟ้าจากการแตกตัวเป็นไอออนของ Functional Group บนผิวอนุภาค เช่น โปรตีนได้ประจุไฟฟ้ามาจากการแตกตัวเป็นไอออนของหมู่อะมิโนหรือหมู่คาร์บอกซิล ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ โดยเมื่อน้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่ำ โปรตีนจะมีประจุบวก เมื่อน้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) สูง โปรตีนจะมีประจุลบ และช่วงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) กลางๆ โปรตีนจะไม่มีประจุ



2.3.3 Electrical Double Layer Theory

Helmholtz ได้ค้นคิดขึ้นจากนั้นได้ถูกพัฒนาโดย Gouy, Chapman และ Stern ทฤษฎีนี้กล่าวว่า เมื่ออนุภาคคอลลอยด์มีประจุไฟฟ้าชนิดหนึ่ง (บวกหรือลบ) ในกรณีนี้จะขอพิจารณาให้อนุภาคมีประจุเป็นลบ ประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์สร้างแรงดึงดูดทำให้ไอออนที่มีประจุตรงข้าม (ประจุบวก) ซึ่งมีอยู่ในน้ำมาอยู่ใกล้ผิวอนุภาค ไอออนพวกนี้เรียกว่า Counter Ion ความหนาแน่นของไอออนบวกจะสูงที่สุดในบริเวณที่อยู่ติดกับผิวอนุภาคและลดน้อยลงตามระยะ

ห่างจากอนุภาคทั้งนี้เนื่องจากศักย์ไฟฟ้าของอนุภาคมีค่าสูงสุดที่ผิว (Nernst Potential) และลดน้อยลงเมื่อห่างออกไป ไอออนบวกชั้นในสุดไม่สามารถเข้าถึงผิวของอนุภาคเนื่องจากไอออนบวกมีโมเลกุลของน้ำหุ้มอยู่ ระยะห่างระหว่างผิวอนุภาคคอลลอยด์และจุดศูนย์กลางของไอออนที่น้อยที่สุด ลักษณะคล้ายเปลือกทรงกลมบางซึ่งมีความหนาเท่ากับ ω ชั้นเปลือกบางนี้เรียกว่า Stern Layer และถือเป็นชั้นในทฤษฎีนี้ ศักย์ไฟฟ้าที่เปลือกในเรียกว่า Stern Potential เปลือกชั้นนอกเรียกว่า ชั้นกระจาย (Diffuse Layer) ซึ่งเริ่มจากเปลือกชั้นในถึงตำแหน่งที่อนุภาคคอลลอยด์หมดอำนาจไฟฟ้าพอดีหรือจุดที่ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ ศักย์ไฟฟ้าที่ผิวนอกสุดของน้ำที่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับอนุภาคคอลลอยด์เรียกว่า Zeta Potential (Z_p) ผิววนอกสุดนี้เรียกว่า Plane of Shear ซึ่งจะอยู่นอก Stern Layer แต่ยังคงอยู่ใน Diffuse Layer ค่า Zeta Potential จะเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกระดับของเสถียรภาพของคอลลอยด์ได้ โดยระบบคอลลอยด์ที่มีเสถียรภาพสูงจะมีค่า Zeta Potential สูงด้วย ระบบคอลลอยด์ที่มีเสถียรภาพต่ำจะมีค่า Zeta Potential ต่ำด้วยซึ่งก็หมายความว่ามีความแข็งแรงผลักระหว่างอนุภาคต่ำ ทำให้สามารถรวมตัวเป็นฟลอคได้ง่าย

2.3.4 โคแอกกูเลชัน

คือการทำให้อนุภาคคอลลอยด์ต่างๆเกิดการรวมตัวกันและจับกันเป็นฟลอคประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

ก) การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ ซึ่งในขั้นตอนแรกนี้สามารถกระทำได้โดยอาศัยกลไกที่สำคัญ 4 แบบ ดังนี้

1) การลดความหนาของชั้นกระจาย (Diffuse Layer)

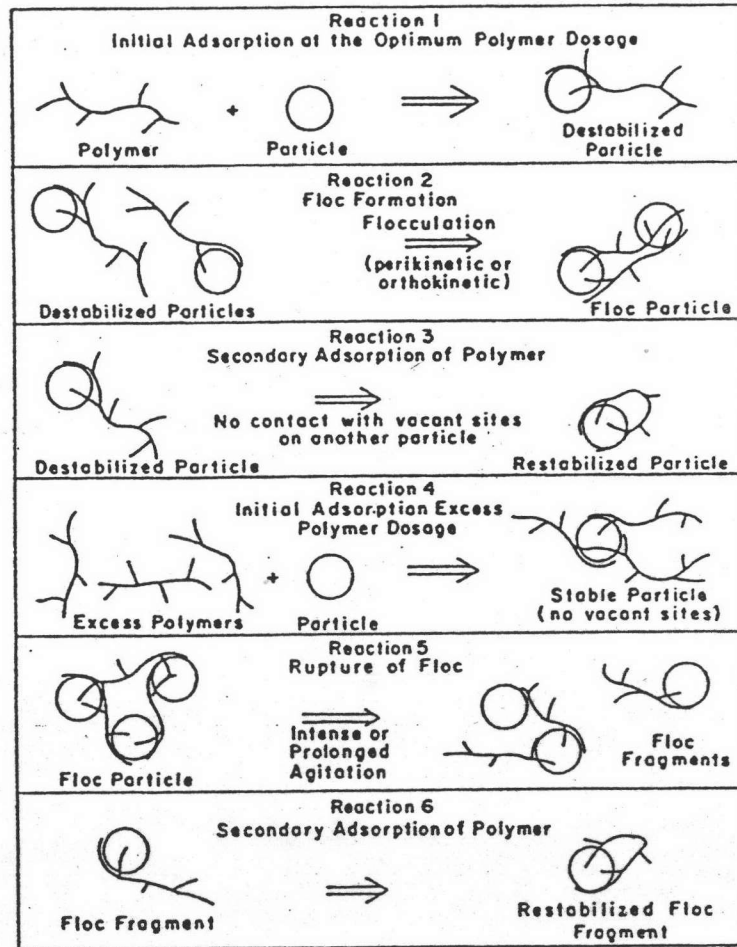
กลไกนี้เป็นการทำลายเสถียรภาพทางไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์โดยลดค่า Zeta Potential ลงจากการเพิ่มจำนวนไอออนที่มีประจุตรงกันข้ามกับประจุของอนุภาคผลที่ได้คือชั้นกระจายมีความหนาลดลงทำให้ค่า Zeta Potential ลดลงด้วย

2) การดูดติด (Adsorption) และทำลายประจุไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์ (Charge Neutralization) กลไกนี้ทำได้โดยการใช้สารเคมีที่มีประจุไฟฟ้าตรงกันข้ามกับประจุของอนุภาคคอลลอยด์และสามารถดูดติดบนผิวของอนุภาคคอลลอยด์ได้

3) การจับอนุภาคคอลลอยด์ไว้ในผลึกสารประกอบที่สร้างขึ้น โดยการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปซึ่งจะไปจับรวมตัวกับอนุภาคคอลลอยด์ ทำให้ได้ผลึกที่มีขนาดใหญ่หรือน้ำหนักมากขึ้น

4) การใช้สารอินทรีย์โพลีเมอร์เป็นสะพานเชื่อมอนุภาคคอลลอยด์ กลไกลักษณะนี้อธิบายด้วยโมเดลที่เรียกว่า Polymer Bridging (รูปที่ 2.1) กล่าวว่ โมเลกุลของสารโพลีเมอร์สามารถเกาะติดบนอนุภาคคอลลอยด์ได้หลายตำแหน่ง (Reaction 1) ซึ่งการเกาะติดนี้อาจเป็นผลมาจากประจุที่ต่างกันของโพลีเมอร์และคอลลอยด์ หรือเป็นแรงทางปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างประจุที่เหมือนกันของโพลีเมอร์และคอลลอยด์อนุภาคที่มีโพลีเมอร์เกาะติดอยู่โดยมีปลายอิสระสำหรับเกาะบนอนุภาคอื่น ถือได้ว่าเป็นอนุภาคที่สูญเสียเสถียรภาพแล้ว (Destabilized Partical) อนุภาคนี้สามารถจับกับอนุภาคอื่นได้โดยอาศัยโพลีเมอร์เป็นสะพานเชื่อม (Reaction 2) ในกรณีที่ปลายอิสระของโพลีเมอร์ไม่มีที่เกาะจับบนอนุภาคอื่น ปลายอิสระจะจับบนอนุภาคเดิม (Reaction 3) ทำให้ไม่มีปลายอิสระไว้จับอนุภาคอื่นและตำแหน่งว่างบนพื้นผิวลดลงเรียกว่า อนุภาคมีเสถียรภาพกลับคืนมา (Restabilized Particle) กรณีใช้สารโพลีเมอร์มากเกินไปจะเกิดผลเสียเพราะโพลีเมอร์หลายโมเลกุลจะไปเกาะบนพื้นผิวของอนุภาคคอลลอยด์ จนกระทั่งไม่มีตำแหน่งว่างบนพื้นผิวอนุภาคสำหรับเป็นที่จับของปลายอิสระของปลายโพลีเมอร์ที่อยู่บนอนุภาคอื่น (Reaction 4) การกวนที่รุนแรงหรือนานเกินไปจะทำให้ฟลอคที่เกิดขึ้นแล้วกลับแตกออกเป็นส่วนตัว (Reaction 5) และทำให้ปลายอิสระของโพลีเมอร์เกาะจับบนอนุภาคเดิม (Reaction 6) อนุภาคคอลลอยด์จึงคืนเสถียรภาพอีกครั้ง

ข) การทำให้อนุภาคคอลลอยด์ต่างๆ เคลื่อนที่มากกระทบหรือสัมผัสกันให้มากที่สุด (Transport of Colloidal Particles) เมื่ออนุภาคถูกทำลายเสถียรภาพแล้วการสร้างโอกาสสัมผัสระหว่างอนุภาคย่อมเกิดได้ง่ายขึ้นและหลังการสัมผัสควรเกาะติดกันแน่นเป็นฟลอค (Flocculation)



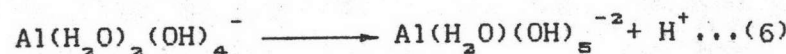
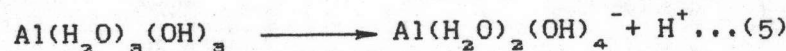
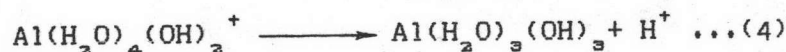
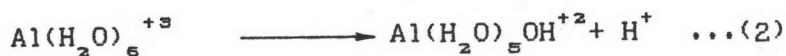
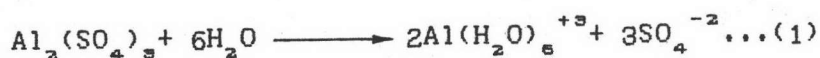
รูปที่ 2.1 กลไกของการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบต่อเชื่อมด้วยสารโพลีเมอร์

2.3.5 พฤติกรรมของสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดสี

2.3.5.1 สารส้ม

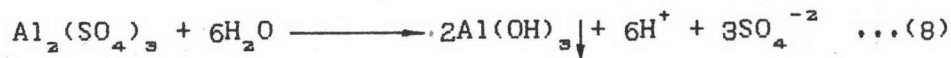
โดยทั่วไปจะถูกนำไปใช้ในการกำจัดของแข็งแขวนลอยในรูปของความขุ่นออกจากน้ำ การนำไปใช้ในปฏิบัติการนิยมเตรียมในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง

ปฏิกิริยาการแตกตัวของสารส้มในน้ำ แสดงดังสมการเคมีต่อไปนี้

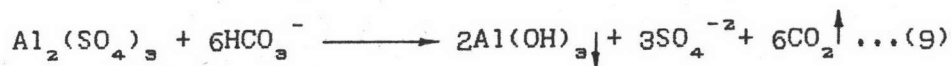


จากปฏิกิริยาการไฮโดรไลซ์ของอลูมิเนียมขึ้นตอนต่างๆจะทำให้ได้ไอออนคอมเพล็กซ์รูปร่างต่างๆ โดยจะมีประจุบวกลดลงจนกลายเป็นประจุลบเนื่องจากไอออนทั้งหมดมีอลูมิเนียมเพียงอะตอมเดียว เรียกว่า Monometric Complex ซึ่งไอออนเหล่านี้อาจทำปฏิกิริยาเคมีต่อกันได้ ไอออนคอมเพล็กซ์ที่มีอลูมิเนียมมากกว่า 1 อะตอม เรียกว่า Polymetric Hydroxo Complex ได้ เช่น $\text{Al}_{13}(\text{OH})_{34}^{+5}$, $\text{Al}_7(\text{OH})_{17}^{+4}$, $\text{Al}_5(\text{OH})_{20}^{+4}$, $\text{Al}_5(\text{OH})_{15}^{+3}$

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างเนื่องจากการเติมสารส้ม
แสดงดังสมการเคมีต่อไปนี้



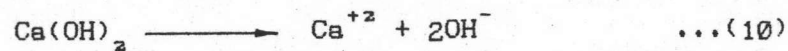
ฟลอคของอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะคล้ายวุ้นจะจับอนุภาค
คอลลอยด์และไอออนของไฮโดรเจนที่ได้จะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดต่ำลง เนื่องจาก
ในน้ำเสียโดยทั่วไปจะมีความเป็นด่างอยู่ ดังนั้นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจะเป็นดังนี้



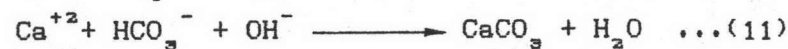
ซึ่งความเป็นด่างในรูปไบคาร์บอเนตจะรวมตัวกับไอออนของ
ไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น จึงทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงน้อยลงหรือไม่เปลี่ยนแปลง
ทั้งนี้จะแปรตามปริมาณของความเป็นด่างในน้ำเสียและปริมาณสารส้มที่เติมลงในน้ำเสีย

2.3.5.2 ปูนขาว

ปฏิกิริยาการแตกตัวของปูนขาวในน้ำ แสดงดังสมการเคมีต่อไปนี้



ไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นตามไปด้วย
ในกรณีที่มีความเป็นด่างอยู่จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้



ในกรณีใช้ปูนขาวร่วมกับสารส้ม จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้

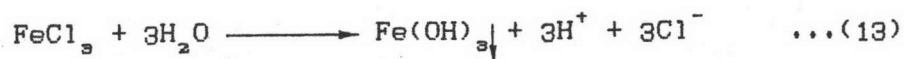


ฟลอคของสารที่ตกตะกอนจะช่วยในการจับอนุภาคคอลลอยด์ กรณี
ให้ปูนขาวร่วมกับสารส้มจะทำให้ความเป็นด่างของน้ำไม่ถูกทำลายไปและค่าความเป็นกรด
เป็นด่างไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนัก

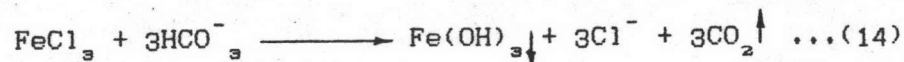


2.3.5.3 เฟอร์ริกคลอไรด์

ปฏิกิริยาการแตกตัวของเฟอร์ริกคลอไรด์ในน้ำ แสดงดังสมการเคมี
ต่อไปนี้

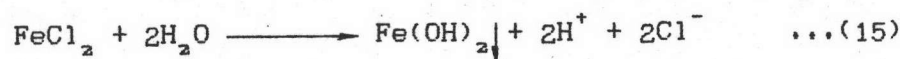


ไฮโดรเจนไอออนที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าลด
ต่ำลง ฟลอคของเหล็กที่เกิดขึ้นจะจับอนุภาคคอลลอยด์
กรณีน้ำมีค่าความเป็นด่าง ปฏิกิริยาที่เกิดแสดงดังสมการต่อไปนี้

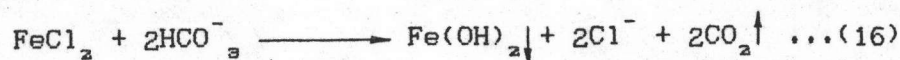


2.3.5.4 เฟอร์รัสคลอไรด์

ปฏิกิริยาการแตกตัวของเฟอร์รัสคลอไรด์ในน้ำ แสดงดังสมการเคมี
ต่อไปนี้



ไฮโดรเจนไอออนที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่า
ลดต่ำลง
กรณีน้ำมีค่าความเป็นด่าง ปฏิกิริยาที่เกิดแสดงดังสมการเคมีต่อไปนี้



เนื่องจากฟล็อกของสารประกอบเหล็กในรูปเฟอร์ริไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยาต่อไปกับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ดังสมการเคมีต่อไปนี้



ฟล็อกของสารประกอบเหล็กในรูปเฟอร์ริไฮดรอกไซด์จะจับอนุภาคคอลลอยด์ให้ตกตะกอนไปด้วย