

ทฤษฎีและการสำรวจเอกสาร

การกำจัดแอลจีโดยใช้พลาสติกมีเดียร่วมกับถังตกตะกอนแบบน้ำไหลขึ้นเป็นการนำหลักการ การกำจัดสารแขวนลอยออกจากน้ำด้วยกระบวนการตกตะกอน และการกรองมาใช้ร่วมกัน การตกตะกอน เกิดภายในถังตกตะกอนแบบน้ำไหลขึ้น ส่วนการกรองเกิดขึ้น ภายในชั้นพลาสติกมีเดีย ผลของการกรองจะทำให้เกิดฟิล์มของแอลจีสะสมอยู่ที่พลาสติกมีเดีย เมื่อฟิล์มสะสมหนาเข้าก็จะถูกแรงเนื่องจากการไหลของน้ำ และปฏิกิริยาทางชีวเคมี กระทำให้หลุดออกจากพลาสติกมีเดีย และตกตะกอนลงสู่ก้นถังตกตะกอน หลักการที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จึง เป็นหลักการเกี่ยวกับการตกตะกอน การกรองน้ำ การเกิดแผ่นฟิล์มของสิ่งมีชีวิต และกลไกการกำจัดแอลจีด้วยพลาสติกมีเดีย ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.1 การตกตะกอน

การตกตะกอนเป็นการแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำด้วยแรงดึงดูดของโลก สารแขวนลอยเหล่านี้อาจอยู่ในสภาพดั้งเดิมตามธรรมชาติ เช่น ดิน ทราย หรืออยู่ในรูปที่ถูกปรับปรุงจากสภาพเดิมเช่น การโคแอกกูเลชัน การตกผลึก ผลจากการตกตะกอนทำให้ได้ส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ น้ำใส และตะกอนเหลวหรือสลัดจ์

2.1.1 ทฤษฎีการตกตะกอน

โดยหลักพื้นฐานแล้ว ทฤษฎีของการตกตะกอนก็คือ ทฤษฎีที่กล่าวถึงผลของแรงดึงดูดของโลกที่มีต่ออนุภาคซึ่งแขวนลอยอยู่ในของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่านั่นเอง แรงดึงดูดของโลกจะทำให้อนุภาคที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1.0 ตกตะกอนในน้ำด้วยความเร่งจนกระทั่งเมื่อแรงต้านทานของน้ำเท่ากับน้ำหนักสัมฤทธิ์ (effective weight) ของอนุภาค อนุภาคจึงจะตกตะกอนด้วยความเร็วคงที่ ความเร็วนี้ จะขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และความหนาแน่นของอนุภาค ตลอดจนความหนาแน่นและความหนืดของน้ำ การหาความเร็วของอนุภาคที่ตกตะกอนในถังตกตะกอนนั้น ในกรณีทั่วๆ ไป เรามักถือว่าอนุภาคมีลักษณะเป็นทรงกลม แต่ถ้าอนุภาคมีรูปร่างอย่างอื่น เราก็สามารถคำนวณความเร็วของการตกตะกอนได้ โดยเปรียบเทียบ

ในเทอมของความเร็วของอนุภาคทรงกลมได้เช่นกัน

สมการทั่วไปที่ใช้หาความเร็วในการตกตะกอนของทรงกลมคือ

$$v_o = [4g(\rho_s - \rho)d / 3C_D \rho]^{1/2} \quad (2.1)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} v_o &= \text{ความเร็วในการตกตะกอนของอนุภาคแบบโคต} \\ g &= \text{ค่าคงที่ของแรงดึงดูดโลก} \\ \rho_s \text{ และ } \rho &= \text{ความหนาแน่นของอนุภาคและของน้ำ ตามลำดับ} \\ d &= \text{เส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค} \\ C_D &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของความหน่วง (drag coefficient)} \end{aligned}$$

C_D มีค่าไม่คงที่ แต่จะขึ้นอยู่กับค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ (R) ดังสมการ

$$R = v_o \rho d / \mu \quad (2.2)$$

ค่า C_D สามารถประมาณได้จากสมการ

$$C_D = 24/R + 3 R^{1/2} + 0.34 \quad (2.3)$$

ในกรณีที่เรย์โนลด์นัมเบอร์มีค่าต่ำ ($R < 0.5$) $C_D = 24/R$ แทนค่าในสมการ (2.1) จะได้

$$v_o = g(\rho_s - \rho)d^2 / 18 \mu \quad (2.4)$$

สมการ (2.4) นี้คือ กฎของสโตค (Stoke's law) ในกรณีที่เรย์โนลด์นัมเบอร์มีค่าสูง ($R > 10^3$) C_D จะค่อนข้างคงที่และมีค่าประมาณ 0.4 (21)

ในกรณีของถังตกตะกอนแบบน้ำไหลขึ้นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามรูป 2.1 ซึ่งมีพื้นที่ผิว A และอัตราไหล Q น้ำที่ไหลเข้าถังจะถูกบังคับให้ไหลลงไปที่ก้นถังด้วยแผ่นกั้น (baffle) และจะไหลขึ้นไปสู่รางรับน้ำล้นบริเวณผิวน้ำ ฟลอค และอนุภาคต่างๆ จะตกตะกอนลงมายังก้นถัง โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่สวนทางกับการไหลของน้ำและจะถูกกำจัดโดยเครื่องกวาดตะกอน อนุภาคที่มีความเร็วในการตกตะกอน v_o มากกว่าอัตราน้ำล้นผิว Q/A จะถูกกำจัด ในขณะที่อนุภาคที่เบากว่า คือมีความเร็วในการตกตะกอนน้อยกว่าอัตราน้ำล้นผิวจะไหลออกทางรางรับน้ำล้น (22)

2.1.2 การจำแนกประเภทของการตกตะกอน

การตกตะกอนอาจจำแนกได้เป็น 4 ประเภท ตามระดับความเข้มข้น และคุณสมบัติของสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ (23) (ดูรูปที่ 2.2)

2.1.2.1 การตกตะกอนแบบโคต (Discrete Settling) เป็นการตกตะกอนของน้ำที่มีความเข้มข้นของสารแขวนลอยต่ำ อนุภาคจะตกตะกอนอย่างอิสระโดยไม่มีผลกระทบ ต่อการตกตะกอนของอนุภาคข้างเคียง เช่น การตกตะกอนของกรวดและทราย

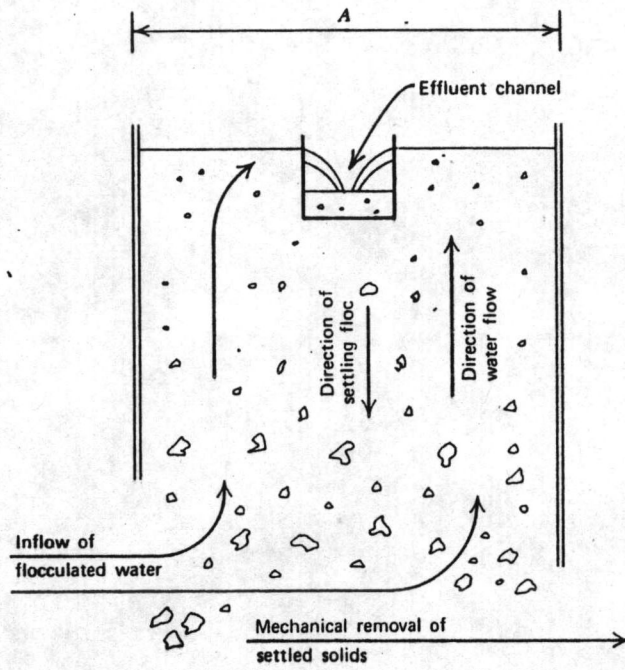
2.1.2.2 การตกตะกอนแบบรวมกลุ่ม (Flocculant Settling) เป็นการตกตะกอนของน้ำที่มีความเข้มข้นของสารแขวนลอยต่ำ แต่สารแขวนลอยมีแนวโน้มในการจับตัวกันเป็นกลุ่ม หรือเป็นก้อนระหว่างการตกตะกอน การรวมตัวกันนี้ทำให้อนุภาคมีมวลมากขึ้นและตกตะกอนเร็วขึ้น เช่นการตกตะกอนของน้ำเสีย หรือฟลอคที่เกิดจากการโคแอกกูแลนต์

2.1.2.3 การตกตะกอนแบบแบ่งชั้น (Zone Settling) เป็นการตกตะกอนของน้ำที่มีสารแขวนลอยความเข้มข้นปานกลาง (เช่นน้ำที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 1000 มก./ล.) แรงผลักระหว่างอนุภาค (interparticle force) จะมีค่าสูงพอที่จะยับยั้งการตกตะกอนของอนุภาคข้างเคียงได้ อนุภาคแต่ละอนุภาค จะอยู่ห่างกัน ด้วยระยะที่คงที่และอนุภาคทั้งหมดจะตกตะกอนด้วยอัตราเร็วเดียวกัน ทำให้เห็นเป็นชั้นแยกกันระหว่างน้ำใสและส่วนบนสุดของกลุ่มอนุภาคที่กำลังตกตะกอน ตัวอย่างของการตกตะกอนประเภทนี้ได้แก่ การตกตะกอนของแอกติเวตเตดสลัดจ์ (activated sludge) และการตกตะกอนในกระบวนการกำจัดความกระด้างด้วยสารเคมี

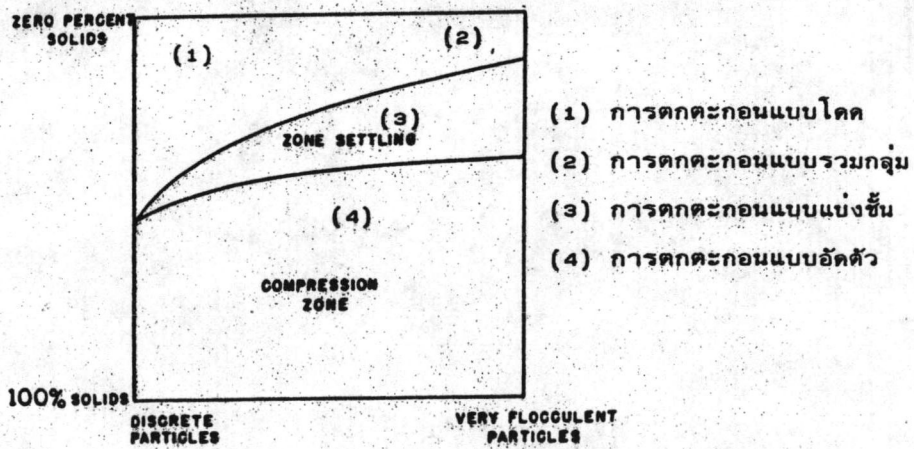
2.1.2.4 การตกตะกอนแบบอัดตัว (Compression Settling) เป็นการตกตะกอนของน้ำที่มีความเข้มข้นของสารแขวนลอยสูงมาก อนุภาคจะเรียงซ้อนกันเป็นชั้นตะกอน การตกตะกอนกระทำได้โดย การอัดตัวของชั้นตะกอนนี้ การอัดตัวเกิดจากน้ำหนักของอนุภาคที่กดลงบนชั้นตะกอน การตกตะกอนแบบนี้มักพบได้ในบริเวณก้นถังตกตะกอน

2.1.3 องค์ประกอบที่มีผลต่อการตกตะกอน

การทำให้เกิดการตกตะกอนที่ดีคือ มีการแยกตัวของสารแขวนลอยออกจากน้ำอย่างสม่ำเสมอและใช้เวลาน้อย จำเป็นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่อไปนี้ (24)



รูปที่ 2.1 ถังตกตะกอนแบบน้ำไหลขึ้นในอุดมคติ



รูปที่ 2.2 การจำแนกประเภทของการตกตะกอนตามความเข้มข้นและคุณสมบัติของอนุภาค

2.1.8.1 **ขนาดและการกระจายขนาดของสารแขวนลอย** ขนาดและการกระจายขนาดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เพราะโดยปกติถ้าสารแขวนลอยมีขนาดใหญ่ก็จะมีน้ำหนักมาก ตกตะกอนได้ง่าย ส่วนการกระจายขนาดจะทำให้สามารถเลือกใช้วิธีการหรือสารเคมีได้อย่างเหมาะสม

2.1.8.2 **รูปร่างของสารแขวนลอย** สารแขวนลอยที่มีรูปร่างต่างกันจะมีแนวโน้มของความสามารถในการตกตะกอนต่างกัน เช่น สารแขวนลอยที่มีรูปร่างกลม จะตกตะกอนได้ดีกว่ารูปร่างแบนมีเหลี่ยม เนื่องจากมีแรงต้านของน้ำน้อยกว่า

2.1.8.3 **ความหนาแน่นหรือน้ำหนักสารแขวนลอย** น้ำหนักของสารแขวนลอยเป็นองค์ประกอบโดยตรงที่มีผลต่อความสามารถในการตกตะกอน ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกวิธีการกำจัดได้

2.1.8.4 **ลักษณะทางประจุไฟฟ้าของสารแขวนลอย** โดยปกติสารแขวนลอยขนาดเล็กมักมีประจุไฟฟ้า ทำให้สามารถเลือกใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอนอย่างเหมาะสม

2.1.8.5 **อุณหภูมิของน้ำ** การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทำให้ความหนาแน่นและความหนืดของน้ำเปลี่ยนไป โดยที่อุณหภูมิต่ำน้ำจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และความหนืดสูง ทำให้สารแขวนลอยตกตะกอนได้ยาก ตรงข้ามกับที่อุณหภูมิสูง

2.1.8.6 **ปริมาณของสารละลายในน้ำ** น้ำที่มีสารละลายอยู่มากจะมีน้ำหนักมากกว่าน้ำที่มีสารละลายน้อย และจะมีผลต่อถึงตกตะกอนเช่น เกิดการไหลลัดทางได้ง่ายหรือเกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนที่กั้นถึงตกตะกอน

2.1.8.7 **ลักษณะของฟลอค** ฟลอคที่ทำให้เกิดการตกตะกอนที่ดีจะต้องมีแนวโน้มที่รวมตัวกันได้ง่าย มีความแข็งแรง และมีน้ำหนักหรือความหนาแน่นสูง

2.1.8.8 **สภาพทางด้านรสชาติของถังตกตะกอน** การออกแบบถังตกตะกอนที่ดีจะทำให้เกิดการตกตะกอนที่ดี เช่น ถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ยาวจะช่วยลดการเกิดการไหลลัดทางของน้ำได้ ช่วยลดการฟุ้งของตะกอน เป็นต้น

2.1.8.9 อิทธิพลของสิ่งแขวนลอย สิ่งแขวนลอยที่มีผลต่อการตกตะกอน เช่น กระจาแลสมอาจทำให้เกิดคลื่น เกิดความปั่นป่วน ทำให้เกิดการแยกตัวของสารแขวนลอยออกจากน้ำไม่ได้พอ

2.2 การกรองน้ำ

การกรองน้ำเป็นการแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำ โดยให้น้ำไหลผ่านชั้นกรอง จากลักษณะการเกาะติดของสารแขวนลอยบนชั้นกรอง เราสามารถแบ่งการกรองได้เป็น 2 ประเภท คือ (25)

1) การกรองติดผิวชั้นกรอง (Surface Filtration) เป็นการกรองที่สารแขวนลอยถูกดักจับและติดค้างอยู่บนผิวของสารกรอง เนื่องจากสารกรองมีรูขนาดเล็กมาก สารกรองเหล่านี้ได้แก่ ฝ้าย แผ่นใยสังเคราะห์ และแท่งกรอง เป็นต้น

2) การกรองแบบติดค้างในชั้นกรอง (In - Depth Filtration) เป็นการกรองที่ใช้ชั้นกรองที่มีขนาดใหญ่ เช่น ทราย ทำให้สารแขวนลอยมีโอกาสเข้าไปติดค้างในชั้นกรองได้ การกรองประเภทนี้เป็นวิธีที่ใช้ในระบบผลิตน้ำประปาทั่วไป

2.2.1 กลไกการกรองน้ำ

การกรองน้ำเป็นการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยในน้ำมาไว้บนสารกรอง หรือ มาไว้ที่ช่องว่างระหว่างสารกรอง การกรองน้ำจึงเกี่ยวข้องกับกลไกที่สำคัญ 3 ประการคือ การเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยเข้าหาสารกรอง การจับสารแขวนลอย และการหลุดของสารแขวนลอย (26)

2.2.1.1 กลไกการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยเข้าหาสารกรอง (Transport Mechanism) กลไกนี้จะทำให้สารแขวนลอยเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างของสารกรอง โดยสารแขวนลอยจะเคลื่อนที่ใกล้ผิวของสารกรอง หรือ ช่องว่างที่สะสมบนสารกรอง อย่างมาก กลไกนี้ประกอบด้วย

1) การแพร่กระจายแบบบราวเนียน (Brownian Diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ระดับโมเลกุลที่เกิดตามธรรมชาติของสารที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน ซึ่งจะ

แพร่ไปทุกทิศทาง (ตามเส้นทาง C-C' ในรูปที่ 2.8)

2) การเคลื่อนที่ตามเส้นทางการไหลของน้ำ สารแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน จะเคลื่อนที่ตามเส้นทางการไหลของน้ำโดยไม่เกิดการแพร่กระจายแบบบราวเนียน โดยจะวิ่งเบียดเข้าหาสารกรอง (interception) ในขณะที่น้ำไหลผ่านช่องว่างระหว่างสารกรอง (ตามเส้นทาง A-A' ในรูปที่ 2.8) หรืออาจวิ่งชนสารกรอง (ตามเส้นทาง B-B' ในรูปที่ 2.8)

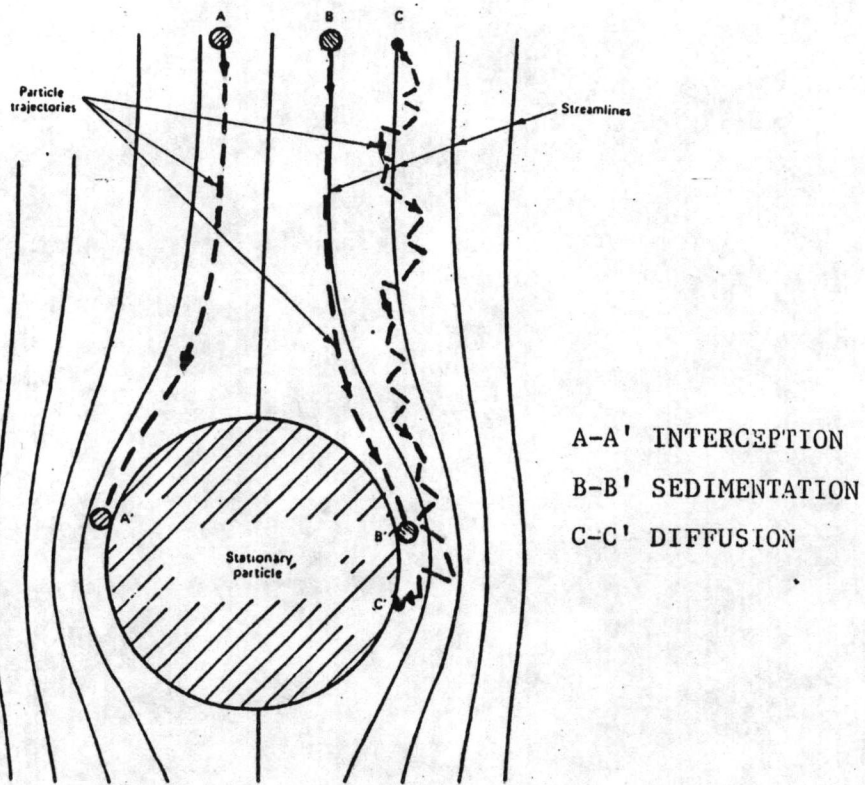
2.2.1.2 กลไกจับสารแขวนลอย (Attachment Mechanism) กลไกนี้จะทำให้สารแขวนลอยเกาะติดอยู่กับผิวของสารกรอง หรือของแข็งที่เกาะติดอยู่ก่อนแล้วบนผิวของสารกรอง (ดูรูปที่ 2.4) กลไกนี้ประกอบด้วยกลไกที่สำคัญคือ (27)

1) การติดค้ำบนสารกรอง (Mechanical Straining) สารแขวนลอยที่มีขนาดโตกว่าช่องว่างระหว่างสารกรองจะไม่สามารถผ่านไปได้ จึงตกค้างอยู่

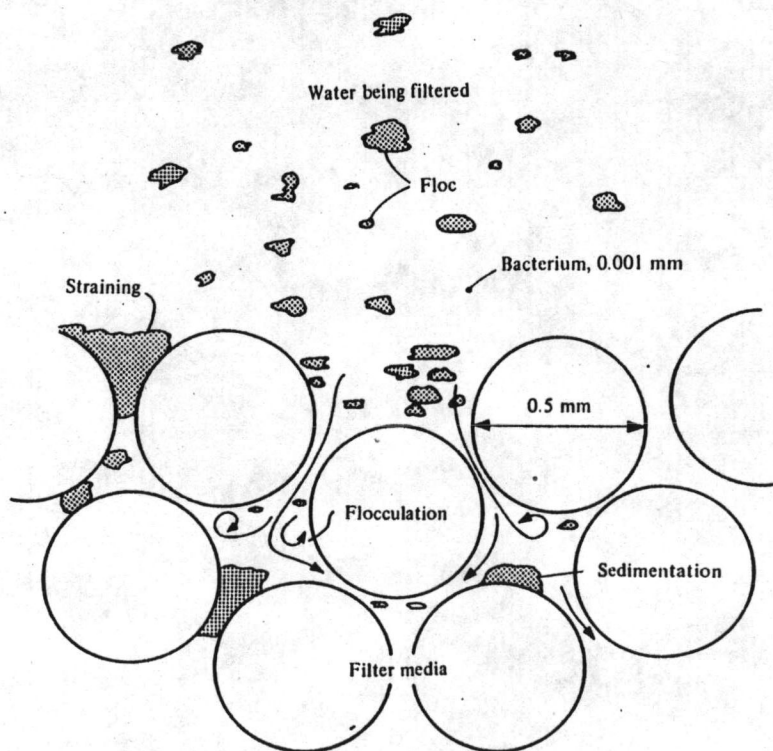
2) กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) เนื่องจากสารกรองและคอลลอยด์มักมีประจุลบทั้งคู่ จึงเกิดการผลักรัน กระบวนการโคแอกกูเลชันจะทำให้ลายประจุไฟฟ้าของคอลลอยด์ หรือเปลี่ยนประจุของคอลลอยด์ให้มีประจุนอกก่อนเข้าชั้นกรอง ทำให้การกรองได้ผลมากยิ่งขึ้น เพราะการที่สารกรองและคอลลอยด์มีประจุต่างกัน เป็นการส่งเสริมการดูดติดผิวให้เกิดขึ้นอย่างเหนียวแน่น

3) การดูดติดผิว (Adsorption) เป็นความสามารถของสารบางชนิดในการดึงโมเลกุลหรือคอลลอยด์ ซึ่งอยู่ในของเหลวให้มาเกาะจับและติดบนผิวของมัน การเกาะจับของโมเลกุลบนผิวของสาร อาจเกิดจากแรงทางไฟฟ้าเนื่องจากคอลลอยด์และสารกรองมีประจุต่างกัน หรืออาจเกิดจากแรงกายภาพ คือแรง แวนเดอวาล (Van der Waals forces) เป็นต้น

4) กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Action) ในขณะที่มีการกรองนั้น แอลจีและจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ติดอยู่บนผิวของสารกรองจะสร้าง เมือกขึ้นเรียกว่า Schmutzdecke (28) เมือกนี้มีลักษณะชั้นคล้ายกาว ทำให้สามารถจับสารแขวนลอยได้ดี กระบวนการทางชีวภาพมักเกิดในระบบถังทรายกรองช้า เนื่องจากมีอัตราการกรองต่ำ ส่วนในถังทรายกรองเร็วมีอัตราการกรองที่สูง น้ำไหลเร็วจนจุลินทรีย์ไม่มีโอกาสสร้างเมือกขึ้น กระบวน



รูปที่ 2.3 กลไกการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยเข้าหาสารกรอง



รูปที่ 2.4 กลไกการจับสารแขวนลอย

การทางชีวภาพจึงไม่ค่อยมีผลในถังทรายกรองเร็วมากนัก

จากกลไกทั้งหมดที่ได้กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่าการกรองสารแขวนลอยขนาดเล็กและใหญ่ออกจากน้ำ อาศัยกลไก 2 ชุด ซึ่งแตกต่างกัน สารแขวนลอยขนาดใหญ่จะอาศัยการตกตะกอนบนสารกรองและการตกค้างอยู่ในช่องว่างระหว่างสารกรอง ส่วนสารแขวนลอยขนาดเล็กต้องอาศัยแรงที่เกิดจากการแพร่กระจาย (diffusion force) และการดูดติดผิว

การกำจัดสารแขวนลอยด้วยกลไกทั้งสองแบบ มีผลต่อการกรองน้ำไม่เหมือนกัน การตกตะกอนและการติดค้างซึ่งเป็นกลไกทางกายภาพ จะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของชั้นกรอง หรือที่ความลึกไม่เกิน 2-3 นิ้วจากผิวหน้า ส่วนการดูดติดผิวจะเกิดขึ้นตลอดความลึกของชั้นกรอง

2.2.1.3 กลไกการหลุดของสารแขวนลอย (Detachment Mechanism)

เป็นการที่สารแขวนลอยหลุดออกจากชั้นสารกรอง ทำให้น้ำที่กรองได้มีความขุ่นสูงขึ้น การอธิบายกลไกการหลุดของสารแขวนลอยนี้ นักวิจัยสองกลุ่มได้อธิบายสาเหตุของกลไกแตกต่างกันคือ นักวิจัยกลุ่มหนึ่งเชื่อว่า กลไกนี้เกิดเนื่องจากมีสารแขวนลอยบางส่วนเกาะจับอย่างหลวมๆ บนสารกรอง เมื่อชั้นกรองมีการอุดตันมากขึ้น แรงที่เกิดจากการไหลของน้ำ (hydrodynamic force) ทำให้สารแขวนลอยที่เกาะอยู่บนสารกรองหลุดออกจากชั้นกรองได้ ส่วนนักวิจัยอีกกลุ่มหนึ่งเชื่อว่ากลไกนี้เกิดขึ้นเนื่องจาก พื้นที่ว่างบนสารกรองถูกใช้ไปจนเกือบหมด ทำให้สารแขวนลอยมีโอกาสเกาะติดผิวชั้นกรองได้น้อย การรื้อของสารแขวนลอยออกจากชั้นกรองจึงมีมาก

2.2.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อการกรอง

การกรองจะช่วยในการกำจัดสารแขวนลอย คอลลอยด์ จุลชีพ และสารอื่นๆ อีกหลายชนิดโดยอาศัยกระบวนการทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ด้วยเหตุนี้ประสิทธิภาพของการกรองน้ำจึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายชนิด คือ

2.2.2.1 ลักษณะของน้ำดิบ ลักษณะของน้ำดิบจากแหล่งน้ำ จะเป็นตัวกำหนดว่า ต้องมีการทำความสะอาดหรือเตรียมน้ำก่อนกรองหรือไม่ โดยปกติถ้า น้ำดิบมีความขุ่นน้อยกว่า 10 หน่วย และมีสีน้อยกว่า 25 หน่วย การกรองอาจเป็นแบบกรองโดยตรง (direct filtration) ที่ไม่ต้องมีการลดความขุ่นก่อนเข้าถังกรอง (29) แต่สำหรับน้ำที่มี

ความชุ่มมากกว่านี้ ควรมีการกำจัดความชุ่มออกก่อนด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน และการตกตะกอน จากนั้นจึงนำน้ำเข้าเครื่องกรอง Heiple (30) สรุปจากการทดลองว่า ประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชุ่มของน้ำดิบ

2.2.2.2 การเตรียมน้ำก่อนกรอง การกรองน้ำดิบโดยตรงมักจะได้น้ำใสเท่าที่ควร เนื่องจากสามารถกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ ที่มีขนาดใหญ่ได้โดยกลไกการติดค้าง ทำให้ความชุ่มขนาดเล็กบางส่วนลอดผ่านขึ้นกรองได้เสมอ การที่เป็นเช่นนี้มีสาเหตุมาจากสารแขวนลอยและสารกรองมีประจุลบทั้งคู่จึงผลึกซึ่งกันและกันทำให้ไม่เกิดการเกาะติดและการสัมผัส การเตรียมน้ำก่อนกรองโดยการใช้สารเคมีเข้าช่วยในกระบวนการโคแอกกูเลชัน เพื่อทำลายประจุลบของสารแขวนลอย และเปลี่ยนไปเป็นประจุบวก จึงมีความสำคัญต่อการกรองน้ำเป็นอย่างยิ่ง

Robeck (31) และ Dostal (32) ได้แสดงให้เห็นว่าการกรองน้ำในอัตรา 2-6 แกลลอน/นาทิต - ตร.ฟุต (5-15 ม./ชม.) ให้กับน้ำที่เตรียมไว้ก่อนอย่างดีแล้ว จะให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าไม่มีการเตรียมน้ำก่อนกรอง แม้จะใช้อัตราการกรองต่ำกว่า 2 แกลลอน/นาทิต - ตร.ฟุต ก็ไม่สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพดีได้

2.2.2.3 ขนาดของสารกรอง การใช้สารกรองขนาดเล็ก เช่น ทราย จะทำให้ผลิตน้ำได้ใส กำจัดความชุ่มออกได้มาก แต่ในขณะเดียวกันก็จะเกิดการอุดตันเร็ว แต่ถ้าใช้สารกรองหยาบ เช่น แอนทราไซต์ (anthracite) จะเกิดการอุดตันช้า แต่จะทำให้น้ำไม่ใสเท่าที่ควร จึงจำเป็นต้องเลือกชนิดสารกรองให้เหมาะสม

Heiple (30) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารกรองหยาบสำหรับถังกรองแบบน้ำไหลขึ้นในแนวตั้ง และสรุปว่า ประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของสารกรองลดลง Cleasby (33) ได้ศึกษาถึงการล้างสารกรองในระบบการกรองน้ำพบว่า ถ้าสารกรองมีขนาดลดลง คุณภาพของน้ำที่กรองได้จะมีค่าสูงขึ้น แต่ถังกรองจะอุดตันเร็ว และสารกรองที่มีขนาดใหญ่ จะทำให้คุณภาพน้ำที่กรองได้ค่อยๆ ลดลง ในขณะที่การอุดตันค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างสมดุลย์กัน แต่สารกรองขนาดใหญ่ต้องใช้อัตราการล้างย้อนสูงขึ้น

2.2.2.4 ความหนาของชั้นกรอง ความหนาของชั้นกรอง เป็นปัจจัยที่กำหนดโอกาสสัมผัสระหว่างสารแขวนลอยและสารกรอง เพื่อให้เกิดกลไกการดูดติดผิว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสารแขวนลอยขนาดเล็ก อันเป็นต้นเหตุของการเกิดน้ำขุ่นโดยตรง

Hudson (34) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกรองน้ำ และสรุปว่าที่อัตราการกรองเดียวกัน หากเพิ่มความสูงของชั้นกรองแล้ว คุณภาพของน้ำที่กรองได้จะดีขึ้น โดยความสูงของชั้นกรองที่เพิ่มขึ้น ไม่ได้ทำให้ช่วงเวลาการกรองลดลง

2.2.2.5 อัตราการกรอง การกรองโดยใช้เครื่องกรองน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการกรองอย่างกะทันหัน เป็นต้นเหตุที่ทำให้คุณภาพของน้ำลดต่ำได้มาก กล่าวคือ น้ำที่ผลิตได้จะขุ่นมากขึ้น เนื่องจากเมื่อเปลี่ยนอัตราการกรองน้ำให้สูงขึ้นจะทำให้น้ำไหลเร็วขึ้น โอกาสที่สารแขวนลอยจะสัมผัสกับชั้นกรองจะลดลง และสารแขวนลอยที่เกาะติดอยู่ก็จะถูกแรงของน้ำที่ไหลเร็วขึ้นนั้นดันจนหลุดออกมาด้วย

Cleasby et.al. (85) พบว่า หากเปลี่ยนอัตราการกรองในขณะที่กำลังกรองน้ำ จะทำให้น้ำที่กรองได้มีคุณภาพลดลงอย่างมาก โดยคุณภาพน้ำที่ลดลงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับช่วงกว้างของการเปลี่ยนแปลงอัตราการกรอง และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนอัตราการกรอง Baylis (86) รายงานว่า ที่อัตราการกรองสูง ความขุ่นของน้ำที่กรองได้จะสูงกว่าที่อัตราการกรองต่ำ ทั้งนี้เพราะสารแขวนลอยสามารถผ่านชั้นกรองได้ลึกกว่า Segall และ Okun (87) สรุปว่าผลของอัตราการกรองต่อคุณภาพน้ำที่กรองได้มีความสัมพันธ์กับขนาด และความพรุนของสารกรอง

2.2.2.6 ช่วงของระยะเวลาการกรอง การกรองน้ำทำให้สารแขวนลอยสะสมอยู่ในชั้นกรองเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ในขณะที่เดียวกันทำให้มีช่องว่างระหว่างสารกรองลดน้อยลง มีความผิดและต้านทานการไหลของน้ำมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการหยุดการใช้เครื่องกรองเพื่อล้างสารกรองเสมอ โดยปกติระยะเวลาการกรองจะอยู่ในช่วง 15 - 30 ชม. (26) ถ้าระยะเวลาการกรองสั้นเกินไปต้องล้างบ่อย ทำให้เสียเวลาและเสียน้ำในการล้าง แต่ถ้าระยะเวลาการกรองนานเกินไปก็ไม่ดี เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาทางเคมี และชีวภาพ เช่น การตกผลึกของหินปูนและอื่นๆ อันจะทำให้ชั้นกรองเสียหายได้ในภายหลัง

2.2.2.7 การล้างสารกรอง การล้างสารกรองหรืออาจเรียกว่าการล้างย้อน (back washing) มีความสำคัญต่อการกรองน้ำ เพราะจะเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการเลือกขนาดของสารกรอง และกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำด้วย สารกรองขนาดใหญ่ และมีความถ่วงจำเพาะสูงต้องการอัตราการล้างย้อนสูง ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก และเครื่องกรองที่ได้รับการล้างย้อนไม่เพียงพอ จะทำให้มีการสะสมของสารแขวนลอยและสิ่งสกปรกอื่นๆ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถผลิตน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 การเกิดแผ่นฟิล์มของสิ่งมีชีวิต (Biofilm Formation)

การเกิดแผ่นฟิล์มของแอลจีและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการคือ (88)

2.3.1 ความถี่ที่สิ่งมีชีวิตสัมผัสกับผิวที่จะเกาะติด

ความถี่ดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสิ่งมีชีวิต ซึ่งในที่นี้คือแอลจี ลักษณะสมบัติของแอลจี และความปั่นป่วนของกระแสน้ำที่ไหลผ่าน ถ้าแอลจีในน้ำดิบมีปริมาณมากก็มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดฟิล์มได้มากขึ้น แต่ถ้าแอลจีเป็นพวกที่เคลื่อนไหวได้ เช่นพวก pigmented flagellates โอกาสที่จะว่ายน้ำไปตามกระแสน้ำก็มีมากกว่าพวกเกาะติดอยู่กับที่ นอกจากนี้ถ้าน้ำไหลด้วยความเร็วต่ำ ความปั่นป่วนน้อย แอลจีก็มีโอกาสเกาะติดกับผิวสัมผัสของตัวกลางมากขึ้น แต่ถ้าน้ำไหลด้วยความเร็วสูง ความปั่นป่วนมาก โอกาสที่แผ่นฟิล์มแอลจีจะถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำก็เป็นไปได้มาก

2.3.2 ความสามารถในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต

ในกรณีของแอลจี จากการศึกษาของ Young และ King (89) พบว่าแสงสว่าง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของอาหารเสริมอนินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม เป็นตัวควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของแอลจี และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำ

2.4 กลไกการกำจัดแอลจีด้วยพลาสติคมีเดีย

กลไกการกำจัดสารแขวนลอยและแอลจีด้วยพลาสติคมีเดียนั้น จากการวิจัยของ สุกดา อนันท์สิมานนท์ (40) และ สุวิมล ผดุงธรมงคล (20) ซึ่งใช้พลาสติคมีเดียในการกำจัดแอลจี พบว่า กลไกหลักในการกำจัดสารแขวนลอยและแอลจีคือ การตกตะกอนและการดูดติดผิว การตกตะกอนเกิดขึ้นเมื่อน้ำเข้าไปในพลาสติคมีเดียซึ่งทำหน้าที่เป็นสารกรอง ช่องว่างระหว่างสารกรองจะทำหน้าที่เสมือนเป็นถังตกตะกอน เมื่อน้ำไหลผ่านช่องว่างนี้ ความเร็วในการไหลจะลดลง อนุภาคขนาดใหญ่ทั้งหลายจะตกตะกอนอยู่ในช่องว่างนี้ ส่วนการดูดติดผิวเกิดจากพวกแอลจีและจุลชีพบางชนิด จะรวมตัวกันเป็นเมือกขึ้นบางๆ จับอยู่ที่สารกรอง ชั้นเมือกนี้สามารถจับติดพวกอนุภาคเล็กๆ และสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ติดมากับน้ำไว้ อนุภาคขนาดใหญ่และเล็กของ เกลือแร่ สารอินทรีย์ แอลจีที่มีชีวิตและตายแล้ว ก็จะถูกจับติดอยู่ในชั้นนี้ด้วย กลไกนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นกลไกทางชีวเคมี ปรัชญาการณ์ต่างๆ ในการกรองเป็นเรื่องที่ซับซ้อน กลไกการกำจัดสิ่ง

ต่างๆ ไม่ได้เกิดจากกลไกอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่เกิดขึ้นประกอบกันหลายๆ อย่าง

ในระหว่างการกรอง แอลจีและสารแขวนลอยอาจหลุดออกจากชั้นกรองได้ เนื่อง
จากกลไกการหลุดของสารแขวนลอย ดังที่ได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อ 2.2.1.8 และปฏิกิริยาทาง
ชีวเคมี