หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๖

ผลการทดลองและวิจารณ์

๖.๑ การอุดตัน

ก. ระดับการอุดตัน

ระดับการสูญเสียความดันของหัวกรองใหม่ แสดงไว้ในตารางที่ ๖-๑, ๖-๒ และกราฟที่ 6-10 ถึง 6-14 การกรองน้ำ หัวกรองสูญเสียความดันเฉลี่ย 5.51 ซม. ต่ำสุด 4 ซม. สูงสุด 6.6 ซม. การล้างย้อนด้วยลม-น้ำ สูญเสียความดัน 1.15 ซม. ต่ำสุด 0.5 ซม. สูงสุด 2 ซม. การล้างย้อนด้วยน้ำสูญเสียความดันเฉลี่ย 14.6 ซม. ต่ำสุด 13.51 ซม. สูงสุด 16 ซม.

ระดับการสูญเสียความดันของหัวกรองอุดตันที่ทำงานมา 2 ปี 9 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 6-3 (ก) และกราฟที่ 6-15 ถึง ๖-18 การกรองน้ำ หัวกรองสูญเสียความดัน เฉลี่ย 10.56 ซม. ต่ำสุด 4.3 ซม. สูงสุด 18.9ซม. การล้างย้อนด้วยลม-น้ำ หัวกรองสูญเสียความดันเฉลี่ย 12.25 ซม. ต่ำสุด 3.4 ซม. สูงสุด 41.5 ซม. การล้างย้อนด้วยน้ำอย่างเดียว หัวกรองสูญเสียความดันเฉลี่ย 56.65 ซม. ต่ำสุด 23 ซม. สูงสุด 215.2 ซม. หัวกรองที่ใช้งานมานานจะมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปสะสมอุดตันที่หัวกรองมากขึ้นทุก ๆ ปี ดังตารางที่ ๖-1 อัตราการอุดตันหาได้จากผลต่างค่าสูญเสียความดันระหว่างหัวกรองสะอาดกับหัวกรองอุดตันหารด้วยเวลาที่ใช้งาน 2 ปี 9 เดือน หัวกรองสะอาดมีพื้นที่รับน้ำ 182 มม.^{2}/หัวกรอง ขณะกรองน้ำ กระแสน้ำมีความเร็ว 0.42 ม/วินาที ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ กระแสลมมีความเร็ว 3.25 ม/วินาที ขณะล้างย้อนด้วยน้ำอย่างเดียว กระแสน้ำมีความเร็ว 1.8 ม/วินาที หัวกรองอุดตันมีพื้นที่รับน้ำ 0.89 มม.^{2} ลดลง ๙๓ มม.^{2} ขณะกรองน้ำ กระแสน้ำมีความเร็ว 0.912 ม/วินาที เพิ่มขึ้น 2 เท่า ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ กระแสลมมีความเร็ว 6.๘๖ ม/วินาที เพิ่มขึ้น 2 เท่า ขณะล้างย้อนด้วยน้ำ กระแสน้ำมีความเร็ว ๓.๖๙ ม/วินาที เพิ่มขึ้น 2 เท่า ตารางที่ 6-3 (ข)

ตารางที่ 6-1 แสดงค่าสูญเสียความดันระหว่างหัวกรองใหม่และหัวกรองอุดตันที่ใช้งานมา 2 ปี 9 เดือน

	หัวกรองสะอาด ซม.	หัวหรองอุดตัน ซม.	ความแตกต่างระดับการอุดตัน (ซม.)	อัตราการอุดตัน ซม./ปี
การกรอง 4.47 ล/น	5.51	10.56	5.51	2.04
การล้างย้อนด้วยลม-น้ำ อัตราไหลของลม 35.5 ล/น อัตราไหลของน้ำ 10 ล/น	1.15	12.4	11.25	4.09
การล้างย้อนด้วยน้ำอย่างเดียวอัตรา 19.6 ล/น	14.6	59.03	44.43	16.75

ข. สิ่งอุดตันในหัวกรอง เป็นของแข็งทั้งหมด ต่ำสุด 0.3762 กรัมต่อหัวกรอง สูงสุด 0.5808 กรัมต่อหัวกรอง ซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์ ต่ำสุด 0.1195 กรัมต่อหัวกรอง สูงสุด 0.2861 กรัมต่อหัวกรอง สารอนินทรีย์ ต่ำสุด 0.2095 กรัมต่อหัวกรอง สูงสุด 0.4065 กรัมต่อหัวกรอง ดังตารางที่ 6-4

จุลินทรีย์ในน้ำและสิ่งที่อุดตันหัวกรอง มีดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตในน้ำไหลเข้าเครื่องกรอง และที่ผิวหน้าสารกรอง ประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว, แอลยี, โรติเฟอร์ และหนอนแดง สิ่งมีชีวิตที่มีมากเจริญเติบโตเป็นลักษณะเด่น ตรวจพบทั่วไป ที่ผิวหน้าสารกรอง ข้างผนังเครื่องกรอง ได้แก่ แอลจี ซึ่งรวมกลุ่มกันอยู่เป็นแผ่น, ขยุ้มเป็นเส้นยาว ๆ จำแนกได้ดังนี้

Green-Alage ประกอบด้วย

Spirogyra

Mougeotia

Microspora

Tribonena

Ulothrix

Uglena

Blue-Green Algae ได้แก่

Oscilatoria

Anabaena

Diatom ได้แก่

Navicula

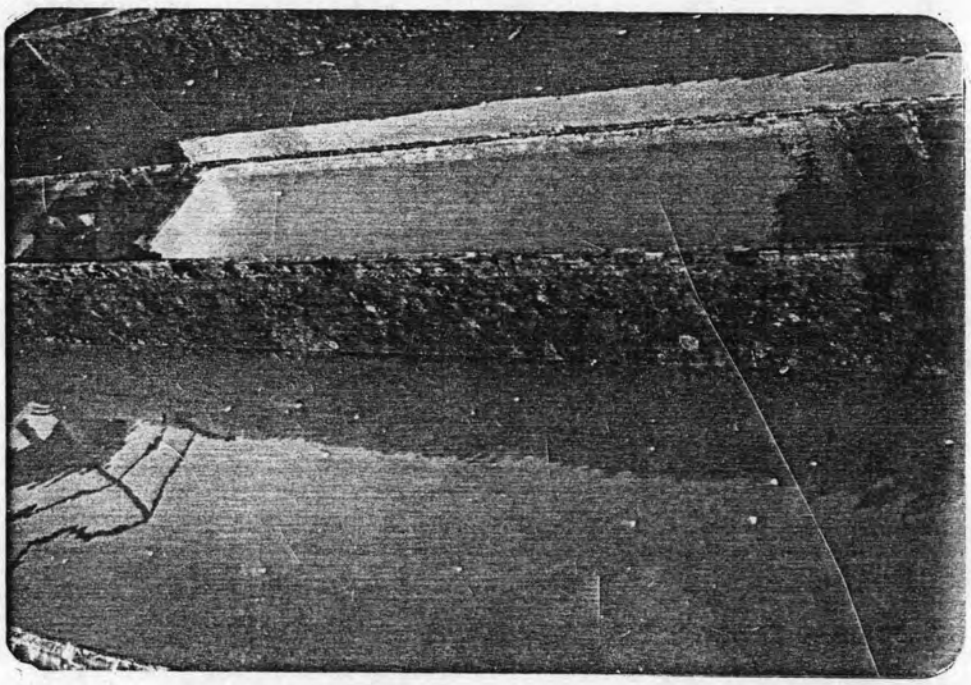
Desmids ได้แก่

Closterim

Cosmarium

Green-Alage จะเจริญเติบโตเป็น Predominant ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะ Spirogyra ส่วน Cosmarium นั้น เจริญเติบโตมากประมาณเดือนพฤศจิกายน - มกราคม การเจริญเติบโตของแอลจีแล้วตายไปจะทับถมกันเป็นเมือก (Slime) ลื่น น้ำมีปัญหาเรื่อง สี, กลิ่น, รสชาด, ความขุ่น ตลอดจนส่งเสริมให้แบคทีเรียและโปรโตซัวเจริญเติบโตได้ดี

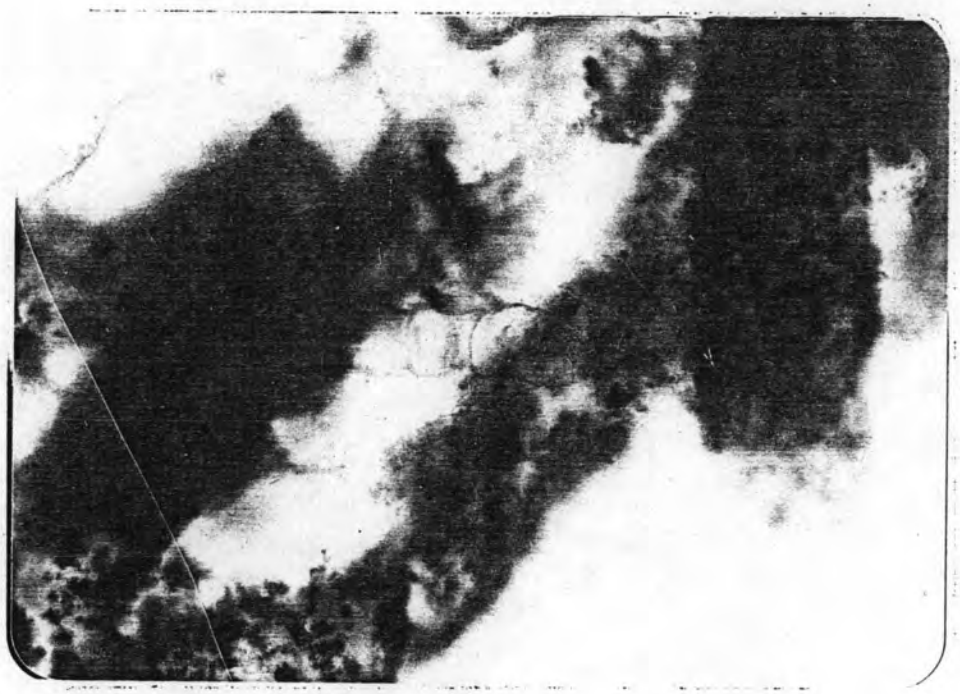
แบคทีเรียตรวจพบทั่วไปทุกหนทุกแห่งในเครื่องกรองและน้ำที่กรองแล้วหนอนแดงตรวจพบในกลุ่มของโคโลนี แอลจี โรติเฟอร์อาศัยอยู่ที่สารกรองและกลุ่มโคโลนีของแอลจีและฟลอคหนอนแดงตรวจพบในกลุ่มโคโลนี ของ Cosmarium สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ (ยกเว้นแบคทีเรีย) ตรวจไม่พบที่หัวกรอง และห้องรับน้ำกรองแล้ว (Plenum room) จึงอาจจะกล่าวได้ว่าจุลินทรีย์ที่กล่าวมานั้นไม่เป็นสาเหตุให้หัวกรองอุดตัน



รูปที่ 6-1 แสดงการเจริญเติบโตของแอลจีที่เครื่องกรอง

2. การวิเคราะห์สิ่งอุดตันที่หัวกรอง ประกอบด้วย ไบรโอซัว, ฟองน้ำ สารกรองและอนุภาคฟลอค

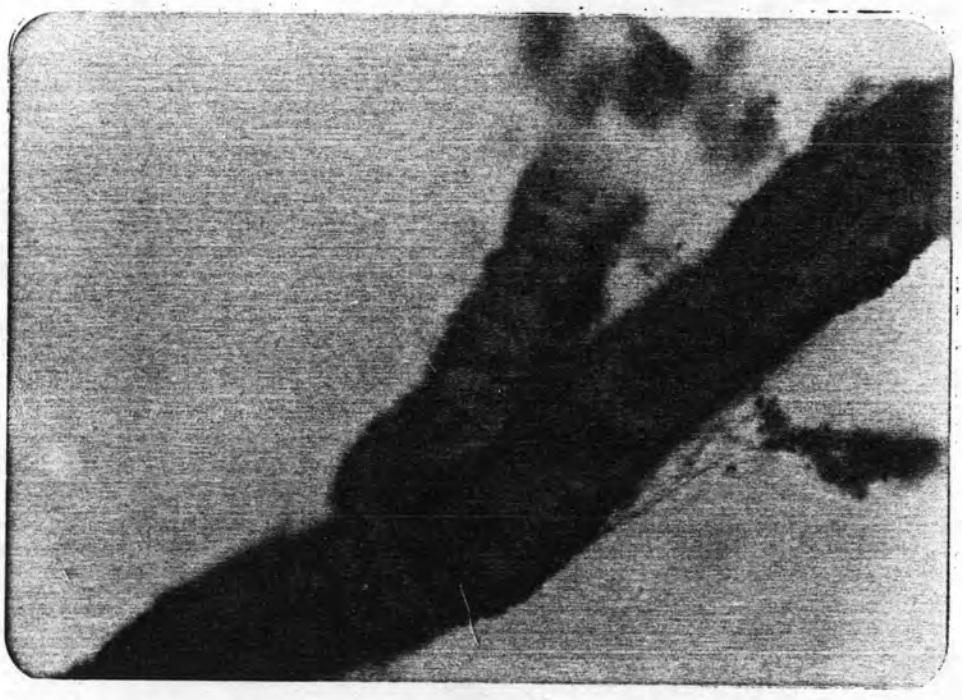
2.1 ไบรโอซัว (Bryozoa) เป็นสัตว์อยู่ใน Phylum Ectoprocta Genus Plumatella อยู่รวมกันเป็นโคโลนี สีน้ำตาล มีความสามารถในการเกาะติดได้ดี พบใน Intake pipe และ Fine Screen ของสถานีสูบน้ำดิบ ที่หัวกรอง (Nozzle) และห้องรับน้ำกรองแล้วของเครื่องกรอง ลักษณะเซลล์เป็นฟิลาเมนท์ แตกกิ่ง เป็นรูปตัววายท์ เรียกว่า Branching Filament ดังรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 6-2 โครงสร้างของพลูมาเทลลา ขยาย 100 เท่า

Plumatella ดำรงค์ชีวิตในแหล่งน้ำที่มีแสงสว่างน้อย หรือมืดมิด มีกระแสน้ำไหลช้า ๆ ในสภาพสิ่งแวดล้อมของ Aquatic Water จับยึดเกาะอยู่กับพืช, ท่อนไม้, ก้อนหิน ที่จมอยู่ในทรายหรือโคลน มี $_{p}H$ ต่ำหรือเป็นกลาง และเคยตรวจพบที่ $_{p}H$ 5.3 (Tanner, 1932) แต่ตรวจไม่พบใน Oligotrophic Water อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 18-26° ซ. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของ Species ที่อุณหภูมิ 9° ซ. จะหยุดการแตกหน่อ ถ้าอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 5 หรือ 6° ซ. จะหยุดการดำรงค์ชีพ[illegible] นอกจากนี้ยังพบว่าในน้ำที่อุณหภูมิ 37° ซ. ก็สามารถดำรงค์ชีวิตอยู่ได้ Plumatella มีผนังเซลล์บาง ทางเดินอาหารเป็นรูปตัววาย (Y) อยู่ในช่องว่าง Coelomic Cavity สืบพันธ์ได้ทั้ง 2 แบบ กล่าวคือ แบบไม่อาศัยเพศจะสร้าง Internal Buds เรียกว่า Statoblast ที่ลอยไปกับน้ำเรียกว่า Flcatoblast ที่เกาะยึดติดกับวัตถุเรียกว่า Sessoblast จะผสมพันธ์ในช่วงปลายฤดูใบไม้ผลิ ต่อต้นฤดูร้อนและปลายฤดูร้อนหรือต้นฤดูใบไม้ร่วง (Pennak , 1978) ในช่วงอุณหภูมิ 10-24° ซ. เติบโตเป็นโคโลนีใหม่

รูปที่ 6-3 โครงสร้างของพลูมาเทลลา Plumatella ขยาย 100 เท่า แสดง Branching

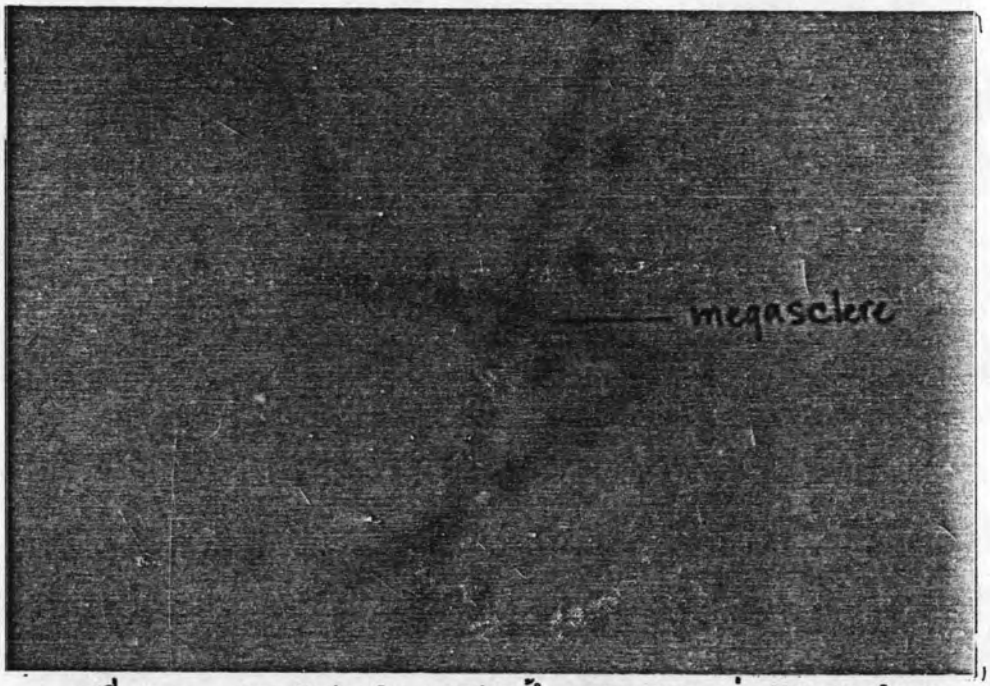


รูปที่ 6-4 โครงสร้างของพลูมาเทลลา ขยาย 100 เท่า

สร้าง Statoblast ขึ้นมา และจะลดจำนวนลง เมื่ออุณหภูมิลดลงในช่วงฤดูหนาว

การสืบพันธ์แบบอาศัยเพศ จะผสมพันธ์ แบบ Hermaphroditic ในช่วงปลายฤดูใบไม้ผลิต่อต้นฤดูฝนและปลายฤดูร้อนหรือต้นฤดูใบไม้ร่วง (Pennak, 1978) การเจริญเติบโตมี 3 แบบ คือ แตกกิ่ง แขนง (Branching) เป็นขยุ้ม (Matlike of Crustlike) และแบบเป็นวุ้นเหลว (Gelatinous & Massive) นอกจากนี้ยังพบว่า Plumatella นั้นอยู่ร่วมกับฟองน้ำได้อีกด้วย Plumatella ไม่มีอวัยวะทำหน้าที่หมุนเวียนโลหิต Nerve-Glanglion ซึ่งอยู่ระหว่างปาก กับทวารหนัก ทำหน้าที่ควบคุมการหายใจและขับถ่ายของเสีย ดำรงค์ชีวิตอยู่ได้โดยกินสิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นอาหาร ได้แก่ Phytoplankton, Zooplankton, Prozoas และ Micrometazoa Plumatella ที่เจริญเติบโตเกาะติดอยู่ที่ผนังของหัวกรอง (Nozzle) นั้นเป็นแบบแตกกิ่ง แขนง รูปตัว วาย (Y) วัดหาค่า TVS สูงสุด 28.611 มิลิกรัม ต่ำสุด 11.79 มิลลิกรัม

2.2 ฟองน้ำ (Sponges) เป็นสัตว์จัดอยู่ใน Phylum Polifera ที่พบในน้ำจืดมีเพียงสกุลเดียวคือ Spongillidae รูปร่างภายนอกมีรูพรุนเล็ก ๆ ทั่วตัว เปราะแตกหักง่าย โครงสร้างประกอบด้วยเซลล์พิเศษที่มีปลอกคอและ Flagella 1 เส้น (Flagellated Colar Cell) เรียกว่า Choanocyte ที่มาอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มโคโลนี มี Spicult เป็นแท่งแข็ง ๆ จำนวนมากมายอยู่ภายในโครงสร้างจึงแข็งแรง Spicule มีลักษณะเป็นแกนเดียว (Oxea) ปลายแหลมหรือมน งอเล็กน้อย เป็นสารประกอบซิลิกา ฟองน้ำเป็นสัตว์ไม่เคลื่อนที่ มีฐานยึดติดกับ Substrate ไม่มีระยางค์ กินสิ่งที่มีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำเป็นอาหาร โดยอาหารจะไหลผ่านเข้าไปทางรูพรุน มีการย่อยอาหารภายในเซลล์ หายใจโดยใช้ออกซิเจนที่ปนมากับน้ำ คายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา สืบพันธ์ได้ทั้งแบบไม่อาศัยเพศ และอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อ (Budding) การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศน้ำเชื้อตัวผู้ และไข่ตัวเมียจะผสมพันธุ์กัน ปฏิสนธิ เจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนที่มีขน (Ciliated larva) ว่ายน้ำเป็นอิสระ แล้วเริ่มเกาะยึดวัตถุ และเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไป ชอบดำรงชีวิต ในช่วง pH 9-13

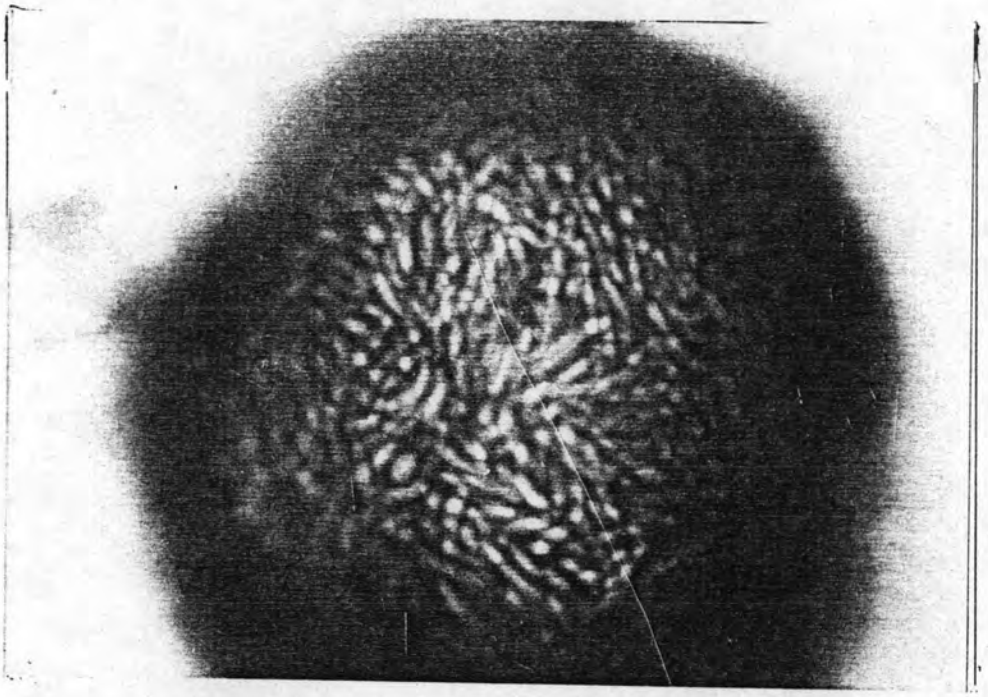


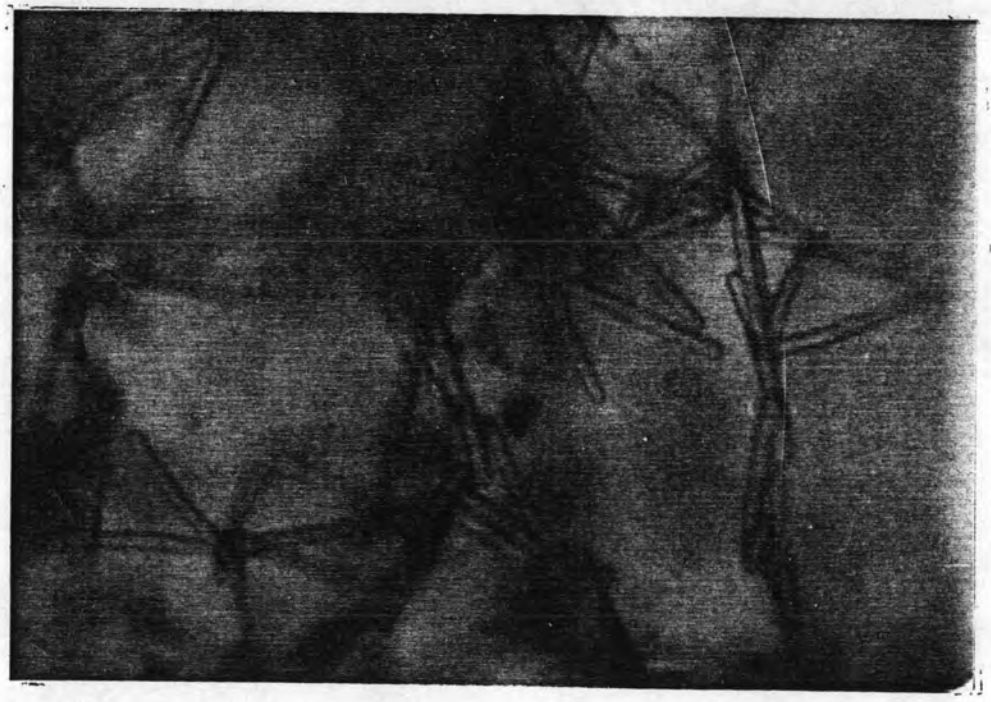
รูปที่ 6-5 แสดง Spicule ของฟองน้ำ ขยาย 100 เท่า Megasclere

ขนาดปลายมนโค้งงอเล็กน้อย

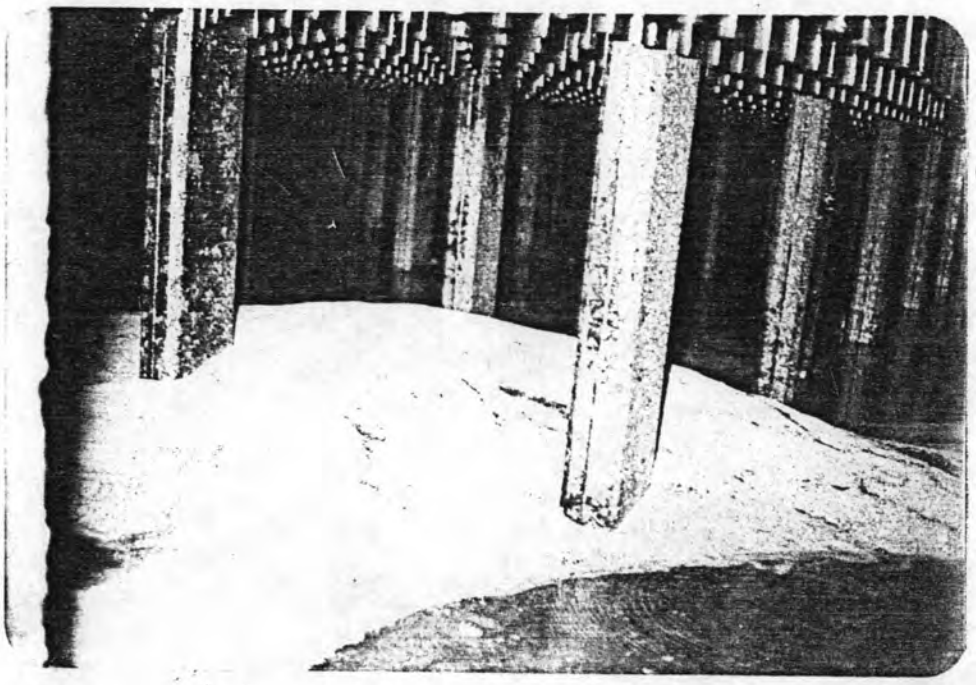
รูปที่ 6-6 Cross Section ของฟองน้ำ ขยาย 100 เท่า แสดง Spicules Arrangement

Arrangement





รูปที่ 6-7 Cross Section ของฟองน้ำ ขยาย 100 เท่า แสดง Spicules Arrangement



รูปที่ 6-8 ทรายรั่ว (Sand leakage) ผ่านหัวกรองชำรุดลงมากองฐูนในห้องรองรับน้ำกรองแล้ว

ความเร็วของกระแสลมและกระแสน้ำล้างย้อนจะพัดพาเอาเม็ดสารกรองที่รั่วผ่านหัวกรองลงมาและฟองน้ำที่เจริญเติบโตอยู่ในห้องรับน้ำ ขึ้นไปอุดอยู่ภายในหัวกรองขัดขวางทิศทางการไหลของกระแสลม กระแสน้ำ ดังนั้นลมและน้ำจะเปลี่ยนทิศทางไหลผ่าน หัวกรองที่มีการอุดตันน้อยกว่ามากยิ่งขึ้น กระแสความเร็วจึงเพิ่มมากขึ้น ความดันในห้องรับน้ำมีค่ามากยิ่งขึ้น จนถึงจุดหนึ่งเป็นจุดวิกฤตที่แรงดันที่กดลงขนาดสมดุลย์หัวกรองที่ลมและน้ำไหลผ่านด้วยกระแสความเร็วสูง ๆ จะดันให้หัวกรองหลุดออกจากฐานยึด (Sleeve) ดันทะลุสารกรองขึ้นมา และแรงดันยกนี้จะดันให้พื้นรองรับสารกรอง - หลุดออกจากเสาที่ยึดไว้ เครื่องกรองจึงชำรุดเสียหาย

2.4 อนุภาคฟลอคจับเคลือบที่ผิวโคโลนีของไบรโอซัวและฟองน้ำ

2.3 เม็ดทรายและถ่านกรอง ตรวจพบทั่ว ๆ ไปที่พื้นของห้องรองรับน้ำกรองแล้ว ขนาดของเม็ดสารกรองเล็กว่า 0.2 มิลลิเมตร ปริมาตรในช่วง 4-8 ลิตร/เครื่องกรอง ในเครื่องกรองที่มีหัวกรองชำรุดเสียหาย ทรายรั่วลงมาได้จะมีสารกรอง กองพูนโตมีปริมาตรมากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ขนาดของเม็ดสารกรองโตมากกว่า 0.2 มิลลิเมตร ดูรูปที่

รูปที่ 6-9 ทรายที่มีขนาดเล็กกว่า 0.2 มิลลิเมตร หลุดผ่านช่องรองรับน้ำของหัวกรองมาได้

เม็ดสารกรองขนาด (Effective size) ไม่เกิน 0.2 มม. นี้มีที่มาได้ 2 ทาง คือ จากการขัดสีเม็ดสารกรอง กับเม็ดสารกรอง การขัดสีของเม็ดสารกรองกับอนุภาคแขวนลอย ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ ทุกครั้งที่ล้างย้อน ขนาดจะเล็กลงเหลือเพียง 0.2 มม. หรือเล็กกว่า จึงสามารถหลุดลอดลงไปในห้องรับน้ำ (Plenum room) ได้ อีกทางหนึ่งนั้นจากการใช้เม็ดทรายและถ่านแอนทราไซต์ไม่ได้ขนาดตามกำหนดมาตรฐานที่ออกแบบไว้เป็นสารกรอง

6.2 การแก้ไขการอุดตันที่หัวกรอง

6.2.1 แช่หัวกรองอุดตันในสารละลายโซดาไฟเข้มข้น 2.5 ถึง 10% นาน 6 ถึง 48 ชม. ผลการทดลองรวบรวมไว้ในตารางที่ 6-5 ถึง 6-13 กราฟที่ 6-20 ถึง 6-43 ระดับการอุดตันลดลงแปรผกผันกับความเข้มข้นของสารโซดาไฟและเวลาที่แช่ดังนี้

ก. แช่หัวกรองอุดตันในสารละลายโซดาไฟเข้มข้น 2.5% ขณะกรองน้ำ ระดับการอุดตันลดลง 3.22 ถึง 7.3 ซม. ร้อยละ 44-99.6 ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ ระดับการอุดตันลดลง 2.58 ถึง 6.42 ซม. ร้อยละ 41.1 ถึง 102 ขณะล้างย้อนด้วยน้ำอย่างเดียวระดับการอุดตันลดลง 10.8 ถึง 20.5 ซม. ร้อยละ 52 ถึง 98.5

ข. แช่หัวกรองอุดตันในสารละลายโซดาไฟเข้มข้น 5% ขณะกรองน้ำ ระดับการอุดตันลดลง 2.52 ถึง 70.4 ซม. ร้อยละ 37.4 ถึง 104.6 ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ ระดับการอุดตันลดลง 5.51 ถึง 10.08 ซม. ร้อยละ 55.7 ถึง 102 ซม. ขณะล้างย้อนด้วยน้ำอย่างเดียว ระดับการอุดตันลดลง 19.7 ถึง 32.2 ซม. ร้อยละ 80 ถึง 98.2

ค. แช่หัวกรองอุดตันในสารละลายโซดาไฟเข้มข้น 7.5% ขณะกรองน้ำระดับการอุดตันลดลง 4.3 ถึง 7.7 ซม. ร้อยละ 53.8 ถึง 96.3 ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ ระดับการกรองลดลง 5.3 ถึง 9.83 ซม. ร้อยละ 56 ถึง 104 ขณะล้างย้อนด้วยน้ำอย่างเดียว ระดับการอุดตันลดลง 38.3 ถึง 48.1 ซม. ร้อยละ 76.6 ถึง 96.2

ง. แช่หัวกรองอุดตันในสารละลายโซดาไฟเข้มข้น 10% ขณะกรองน้ำ ระดับการอุดตันลดลง 3.8 ถึง 8 ซม. ร้อยละ 44.2 ถึง 93.1 ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ ระดับการอุดตันลดลง 19.5 ถึง 23.7 ซม. ร้อยละ 82.8 ถึง 100

เมื่อแช่หัวกรองในสารละลายโซดาไฟทุกค่าความเข้มข้น ครบชั่วโมงที่แช่ 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมงนั้น ค่าสูญเสียความดันของหัวกรองทุกๆ ช่วงที่แช่นั้นใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังกราฟที่ 6-27 ถึง 6-33 ระดับการอุดตันลดลงมากในช่วง 6-12 ชั่วโมง ต่อจากนั้นระดับการอุดตันลดลงไม่มากนักเมื่อเทียบกับช่วงเวลา 6-12 ชั่วโมงแรก (ดูกราฟที่ 6-20

ถึง 6-31) หัวกรองอุดตันซึ่งแช่ในสารละลายเข้มข้น 2.5%, 5% และ 7.5% นั้น ใช้เวลา 48 ชั่วโมง สำหรับหัวกรองอุดตันที่แช่ในสารละลายไซดาไฟเข้มข้น 10% ใช้เวลา 24-48 ชั่วโมง จึงจะมีค่าสูญเสียความดันลดลงใกล้เคียงกับหัวกรองใหม่ ระดับการอุดตันลดลง ดังตารางที่ 6-9 ถึง 6-13 และกราฟที่ 6-32 ถึง 6-43

6.2.2 การขัดถูกทำความสะอาดหัวกรองอุดตันด้วยแปรงขนอ่อนและแผ่นสก๊อตไบร์ ผลการทดลองรวบรวมไว้ในตารางที่ 6-25 และกราฟที่ 6-44 ถึง 6-48

การกรองน้ำ หัวกรองสูญเสียความดันต่ำสุด 5 ซม. สูงสุด 6.8 ซม. เฉลี่ย 5.7 ซม. ระดับการอุดตันลดลง 4.86 ซม. ร้อยละ 96 น้ำไหลเข้ามีความขุ่น 1-3.9 เอ็นทียู น้ำกรองแล้วมีความขุ่น 0.25-0.65 เอ็นทียู

การล้างย้อนด้วยลม-น้ำ หัวกรองสูญเสียความดัน ต่ำสุด 0.5 ซม. สูงสุด 2 ซม. เฉลี่ย 1.2 ซม. ระดับการอุดตันลดลง 11.2 ซม. ร้อยละ 99 การล้างย้อนด้วยน้ำอย่างเดียว หัวกรองสูญเสียความดัน ต่ำสุด 14 ซม. สูงสุด 18.2 ซม. ระดับการอุดตันลดลง 43.28 ซม. ร้อยละ 97 ค่าสูญเสียความดันลดลงมามีค่าใกล้เคียงกับหัวกรองใหม่ ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 6-14 เปรียบเทียบค่าสูญเสียความดันระหว่างหัวกรองใหม่กับหัวกรองที่ขัดถูทำความสะอาด

	หัวกรองใหม่			หัวกรองอุดตัน			หัวกรองขัดถูกสะอาด			ระดับการอุดตัน	
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ลดลง ซม.	%
ค่าสูญเสียความดัน											
ขณะกรองน้ำ	4	6.6	5.5	4.3	18.9	10.5	5	6.8	5.7	4.86	96
ขณะล้างย้อนด้วยลม-น้ำ	0.5	2	1.1	3.4	41.5	12.4	0.5	2	1.2	11.2	99
ขณะล้างย้อนด้วยน้ำ	14	16	14.6	23	215	59	14	18.2	15	43.28	97

6.3 <u>การป้องกันการอุดตัน</u>

การจ่ายพรี - คลอริเนชั่น ควบคุมให้มีคลอรีนอิสระเหลือในน้ำ 0.1, 0.3 และ 0.5 มก/ล โดยทดลองหาค่าความต้องการคลอรีน (Chloline demand) และ Break Point ด้วยวิธี Orthotolidine method (I) เวลาการสัมผัส Contract time 1 ชั่วโมง จ่ายลงในน้ำดิบ กราฟรูปที่ 6-44 ถึง 6-51 ตารางที่ 6-14 ถึง 6-22 ค่า Break Point อยู่ในช่วง 1.05-1.8 พี พี เอ็ม คลอรีนเหลือในน้ำ 0.25-0.443 พี พี เอ็ม และเนื่องจากไม่สามารถควบคุมให้มีคลอรีนอิสระเหลือในน้ำได้ 0.1 พี พี เอ็ม ที่เวลาการสัมผัส 1 ชั่วโมง - ประกอบกับขบวนการปรุงแต่งน้ำเริ่มแรก (Pretreatment) ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ฉนั้น จึงเพิ่มเวลาการสัมผัส (Contract time) ของพรี-คลอริเนชั่น เป็น 2 ชั่วโมง

6.3.1 การควบคุมให้มีคลอรีนอิสระ 0.1 พี พี เอ็ม ต้องจ่ายฟรี-คลอริเนชั่น 2 พีพีเอ็ม คลอรีนเหลือในน้ำ 0.05-0.2 พีพีเอ็ม มีความขุ่น น้ำไหลออกจากเครื่องกรองมีคลอรีนอิสระเหลือในน้ำ 0.05 ถึง 1.0 พีพีเอ็ม

6.3.2 การควบคุมให้มีคลอรีนอิสระเหลือในน้ำ 0.3 พีพีเอ็ม ต้องจ่ายพรี-คลอริเนชั่น 2.5 พีพีเอ็ม คลอรีนอิสระเหลือในน้ำไหลเข้าเครื่องกรอง 0.3-0.35 พีพีเอ็ม แบคทีเรียลดลง 96.8% ของน้ำดิบและน้ำกรองแล้ว มีคลอรีนอิสระเหลือในน้ำ 0.2-0.3 พีพีเอ็ม กำจัดแบคทีเรียได้ 81.5% ของน้ำที่ตกตะกอนแล้ว

6.3.3 การควบคุมให้มีคลอรีนเหลือในน้ำ 0.5 พีพีเอ็ม ต้องจ่ายพรี - คลอริเนชั่น 3 พีพีเอ็ม วัดค่าคลอรีนอิสระเหลือในน้ำได้ 0.45-0.6 พีพีเอ็ม น้ำที่กรองแล้วมีคลอรีนเหลือ 0.25 พีพีเอ็ม

คลอรีนอิสระที่เหลือในน้ำ สามารถทำลายจุลินทรีย์และแอลจีได้ดี จากการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบ่า รงควัตถุสีเขียวของคลอโรฟิล และสีฟ้าซีดจางลงเป็นสีน้ำตาล โครงสร้างของเซลล์จะยุบตัวลง ยูกรีนา ไดอะตอม เดสมิค ที่ตายจะล่องลอยไปและสีซีดจาง โรติเฟอร์และหนองแดง ตรวจไม่พบ แอลจีจะถูกทำลายหมด ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ย่อยสลายออกไปจาก

ผนังที่เกาะอยู่ แต่ต่อมาในเวลาประมาณ 14-30 วัน เริ่มมีการเจริญเติบโตขึ้นได้ใหม่ทุกค่าคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำซึ่งต้องจ่าย พรี-คลอริเนชั่น เพิ่มมากขึ้น การทำลายจึงจะได้ผล เพราะแอลจีมีคุณสมบัติในการปรับตัวเข้ากับสารเคมีที่ใช้ทำลายได้นั่นเอง ถ่านกรองแอนทราไซด์ สามารถดูดซับคลอรีนที่ไหลผ่านไปได้มาก ฉนั้นคลอรีนที่เหลืออยู่จึงไม่สามารถทำลายฟองน้ำและไบรโอซัวที่ใต้ห้องรองรับ (Plenum room) ได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า พรี-คลอริเนชั่น สามารถทำลายสิ่งมีชีวิตได้ดีเฉพาะที่ผิวหน้าสารกรองเท่านั้น

ได้ทดลองนำเอาโคโลนีของไบรโอซัวและชิ้นส่วนฟองน้ำที่เพิ่งเก็บมาใหม่ ๆ มาทำลายภายใต้สภาวะความเป็นกรดด้วยคลอรีนที่อัตรา 0.1, 0.3, 0.5 และ 1.0 พีพีเอ็ม เก็บไว้ในห้องมืด สภาวะคล้ายคลึงกับห้องรับน้ำ (Plenum room) เวลาการสัมผัสทำปฏิกริยา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำออกมาศึกษาลักษณะภายนอกและจากกล้องจุลทรรศน์ ผลปรากฏว่าฟองน้ำมีกลิ่นเน่าเหม็น สีซีดจางลง เซลล์ยุ่ยแตกสลาย สำหรับไบรโอซัวบางโคโลนี มีสีซีดจางลงเล็กน้อย แต่จากศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ไม่พบความผิดปกติแต่อย่างใด ดังตาราง

ตารางที่ 6-24 การจ่ายคลอรีนอัตรา 0.1, 0.3, 0.5 และ 1.0 พีพีเอ็ม เพื่อทำลายไบรโอซัวและฟองน้ำ

	อัตราการจ่ายคลอรีน (พีพีเอ็ม)			
	0.1	0.3	0.5	1.0
ฟองน้ำ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	กลิ่นเหม็นเน่า เซลล์ตาย	กลิ่นเหม็นเน่า เซลล์ตาย	กลิ่นเหม็นเน่า เซลล์ตาย
ไบรโอซัว	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	สีซีดจางลง	สีซีดจางลง	สีซีดจางลง

ค่าสูญเสียความดันของหัวกรองสะอาดและหัวกรองที่อุดตัน เมื่อจ่าย พรี-คลอริเนชั่น ลงในน้ำไหลเข้าเครื่องกรอง ควบคุมให้มีคลอรีนอิสระ 0.1, 0.3 และ 0.5 พีพีเอ็ม มีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาการกรอง 48 ชม. หัวกรองสะอาดสูญเสียความดัน 5.5 ซม. หัวกรองอุดตันสูญเสียความดัน 10.5 ซม. ดังตารางที่ 6-23 และกราฟที่ 6-52 ถึง 6-63.