

Webinar นี้แนะนำเสนอแนวทางการใช้งานเมมเบรนเซรามิก (Ceramic Membrane) สำหรับการผลิตน้ำเพื่อในงานประปาและการบำบัดน้ำเสีย รวมถึงจุดดี-จุดด้อยต่างๆ จากการเปลี่ยนมาใช้เมมเบรนเซรามิกแทนเทคโนโลยีที่ใช้อยู่เดิม

Graeme Pearce Principal, Membrane Consultancy Associates กล่าวถึงประโยชน์ของ ceramic membranes ได้แก่

- Integrity ความสมบูรณ์
- Rigidity ความแข็งแรงทนทาน
- Chemical & Mechanical Tolerance ความทนทานต่อสารเคมีและเครื่องจักรกล เนื่องจากชั้นเมมเบรนประกอบด้วยหลายชั้น หลีกเลี่ยงการสึกหรอได้ดี
- Operating Experience ประสบการณ์การดำเนินการ

ในการผลิตเมมเบรนเซรามิก จะใช้วัสดุราคาไม่แพง มีกระบวนการผลิตหลายขั้นที่ประกอบด้วยชั้นเมมเบรนละเอียดเป็นลำดับต่อกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงเนื่องจากใช้เตาเผา ใช้ระยะเวลาในการผลิต และจำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญสูง

ในขณะที่การผลิตแบบโพลีเมอร์ (polymeric) ชั้นเมมเบรนมีเพียง 1 ชั้นที่ไม่สมดุลกัน มีค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อยกว่า แต่มีแนวโน้มจะชำรุดเสียหายและสึกกร่อนได้ง่ายมากกว่า อันเนื่องจากสารเคมี อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบคือ หากต้องการเพิ่มการไหล (Flux) จะประสบปัญหาเรื่องแรงดันทำให้เสียหาย จึงควรดำเนินการอยู่ที่ <math><0.65\text{ bar}</math>

Gilbert Galjaard, Chief Process Engineer, Nanostone Water บรรยายเรื่อง The unique position of Nanostone's module and global applications

- CM-151tm ceramic UF module
- ระบบอัลตราฟิลเตรชันที่มีขนาดรู 30 นาโนเมตร

กรณีตัวอย่าง 1: Rapid Valley Sanitary District - retrofit of Pall UF system 2018

กำลังการผลิต 18 ล้านลิตร/วัน
แหล่งน้ำ แม่น้ำมิสซูรี

กระบวนการก่อนผลิต ILC Aluminium chlorohydrate (ACH)

Flux 212 ลิตร/ชม. /ตร.ม.
รอบการกรอง 35 - 60 นาที

เริ่มใช้ในโครงการนำร่องในปี 2017 จนปัจจุบันได้ปรับเปลี่ยนมาใช้ nanostone ทั้งหมด แรกเริ่มใช้วิธีการผลิตแบบ Polymeric ซึ่งต้องมีการทำความสะอาดเมื่อกรองน้ำไปได้ประมาณ 6-7 แสนแกลลอน ในขณะที่ nanostone จะต้องทำความสะอาดเมื่อผลิตน้ำไปประมาณ 8 ล้านแกลลอน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย โรงงานแห่งนี้เดิมสามารถผลิตน้ำได้ 3 ล้านแกลลอนต่อวัน เมื่อนำเทคโนโลยี nanostone มาใช้ สามารถผลิตน้ำได้ถึง 5 ล้านแกลลอนต่อวัน โดยไม่ต้องขยายพื้นที่โรงงาน ช่วยประหยัดค่าสารเคมีและค่าแรง อีกทั้งอุณหภูมิไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำ

กรณีตัวอย่าง 2: Canyon Regional Water Authority (New Braunfels, Texas) - retrofit of Koch UF system 2019/20

กำลังการผลิต 54 ล้านลิตร/วัน
แหล่งน้ำ ทะเลสาบ Dunlap
กระบวนการผลิตเดิม coag & settlers
Flux 300 - 370 ลิตร/ชม. /ตร.ม.
รอบการกรอง 120 นาที

แต่เดิมใช้ Polymeric membrane ซึ่งประสบปัญหา ค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากไฟเบอร์มีการแตกหักเสียหาย ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการจ้างเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลและซ่อมบำรุงสูงขึ้น กำลังการผลิตต่ำ จึงหันมาใช้ ceramic membrane ซึ่งช่วยประหยัดพื้นที่เนื่องจากมีขนาดเล็กในแนวตั้ง ทนทานมีอายุการใช้งานนาน ดูแลบำรุงรักษาต่ำ ช่วยเพิ่มกำลังการผลิตน้ำ nanostone ไม่จำเป็นต้องใช้ recirculation pump เหมือนกับ ceramic membrane ทั่วไป ซึ่งช่วยให้ประหยัดค่าไฟในการผลิตด้วย

กล่าวโดยสรุปคือ มีการใช้ ceramic membrane ในการผลิตน้ำมากขึ้นเนื่องจากความต้องการด้านเทคโนโลยีที่ทนทาน อย่างไรก็ตามยังคงมีข้อมูลด้านระบบ ceramic รวมถึงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องปริมาณไม่มากนัก โดย Nanostone - CM-151tm จะเป็นประโยชน์ที่ช่วยปิดช่องว่างในโรงงานที่ออกแบบใช้ Polymeric มาแต่เดิม ซึ่งช่วยเพิ่มกำลังการผลิต ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและการซ่อมบำรุง

▶ Carlo Patteri, Business Leader Industrial Water, Nanostone Water นำเสนอการใช้งาน nanostone ในประเทศจีน เน้นการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม เช่น ในงานสารกึ่งตัวนำ การผลิตพลังงาน การทำถ่านหิน และผลิตสารเคมี เป็นต้น

กรณีศึกษา 1: Semiconductor Manufacturer Shanghai, จีน (5 ล้านลิตร/วัน)

มีการใช้ Nanostone ในโครงการด้านสารกึ่งตัวนำในโครงการนำร่องด้านน้ำสูญเสียในปี 2017 โดยนำมาแทนระบบ Norit X-flox PUF membranes ซึ่งหลังจากมีการใช้งานพบว่า

- ไม่มีการแตกหักของเส้นใยไฟเบอร์
- เพิ่มกำลังการผลิตโดยรวมจาก 60 เป็น 90%
- ลดอัตราการใช้น้ำดิบและปล่อยน้ำเสียลง 50%
- คุณภาพการซึมผ่านที่ดีขึ้น นำกลับมาใช้ใหม่ได้ในกระบวนการผลิตน้ำบริสุทธิ์

กรณีศึกษา 2: Hengyang Power Plant, Shanghai, China (8.9 ล้านลิตร/วัน)

เดิมใช้ระบบ PUF แต่ประสบปัญหาที่ต้องล้าง 1-2 ครั้งต่อเดือน เส้นใยไฟเบอร์แตกหักใน 1 ปีหลังจากติดตั้ง และคุณภาพการซึมผ่านไม่ถึงขั้นที่จะนำไปใช้ในระบบ RO ได้ จึงเปลี่ยนมาใช้ Nanostone CM-151 Ceramic UF Membrane ซึ่งช่วยให้สามารถดำเนินการอย่างต่อเนื่องที่ 360 ลบ.ม./ชม. (กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า) คุณภาพการซึมผ่านอยู่ในระดับ SDI <2 เพิ่มอัตราการผลิตน้ำโดยรวมได้มากกว่า 95% ลดความจำเป็นในการใช้สารเคมีลง

▶ Jonathan Clement, Chief Technology Officer, Nanostone Water นำเสนอเรื่อง Global Applications - desalination pretreatment and ozone

กระบวนการก่อนปรับปรุงคุณภาพน้ำ (pre-treatment) สำหรับระบบการแยกเกลือออกจากน้ำ (Desalination) เป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลก ระบบ pre-treatment แบบเมมเบรนหลายระบบทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ (เช่น การขาดการกำจัด DOC นำไปสู่ RO ที่มีภาระเจือปน) น้ำทะเลมีความยากในการบำบัดน้ำมากกว่าน้ำจืด เนื่องจากความเข้มข้นของสาหร่ายสูง, high solids, มีฤทธิ์กัดกร่อน ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องใช้กระบวนการ pre-treatment ที่เหมาะสมโดยเฉพาะและมีความทนทานเป็นพิเศษ

Ceramic membrane ของ Nanostone จึงเหมาะสมกับกระบวนการ pre-treatment ในระบบการแยกเกลือออกจากน้ำ (desalination) เนื่องจาก

- เมมเบรนและโมดูลทนต่อน้ำทะเล
- รูช่องขนาดใหญ่ (2.4 มม.) สามารถกักเก็บของแข็งและสาหร่ายได้จำนวนมาก
- กระบวนการก่อนการบำบัดขั้นต่ำ (ขั้นตกตะกอน (coagulation) เท่านั้น) เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ไม่จำเป็นต้องใช้ระบบแยกไขมัน DAF หรือกระบวนการ clarification ในรูปแบบอื่น ๆ ช่วยประหยัดพื้นที่และลดความซับซ้อนในขณะเดียวกันก็ยังเพิ่มความน่าเชื่อถือได้ของระบบด้วย
- สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมที่สุดด้วยการกำจัดสารอินทรีย์ที่แข็งตัว ช่วยปรับปรุงการทำงานของ RO ชั้นปลายน้ำ
- ฟลักซ์สูง (> 200 lmh) สามารถลดพื้นที่ที่ใช้งาน
- การทำความสะอาดอย่างเคร่งครัดสามารถทำได้ด้วยการล้างย้อนด้วยอัตราไหลที่สูงและสารเคมี

มีการศึกษา NRF ร่วมกันระหว่าง PUB, Nanyang Technological University และ Nanostone พบว่า

- การใช้โอโซนโดยตรงบนเยื่อเซรามิกช่วยเพิ่มความสามารถในการซึมผ่านได้อย่างมาก ปรากฏการณ์นี้แสดงให้เห็นมานานกว่าทศวรรษแล้วและมีหลายโรงงานที่ดำเนินการด้วยโอโซนร่วมกับเซรามิก
 - อย่างไรก็ตามยังไม่เข้าใจกลไกพื้นฐานของการทำงานของโอโซน
 - การศึกษา NRF จะกำหนดกลไกที่เกี่ยวข้องเพื่อให้กระบวนการสามารถจัดการและปรับให้เหมาะสมก่อให้เกิดประโยชน์ต่อประสิทธิภาพของกระบวนการ
 - การศึกษาจะรวมการวิจัยในห้องปฏิบัติการเชิงลึกเข้ากับการดำเนินการในโครงการนำร่อง
- การศึกษาจะพัฒนาระบบควบคุมอัจฉริยะที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการล้างย้อน (Back washing) และการทำความสะอาดสารเคมีเพื่อประหยัดพลังงาน น้ำและสารเคมี

ช่วง Q&A (ช่วงแรก)

1. เมมเบรนเซรามิกสามารถกำจัดโลหะหนัก เช่น โปรท สารหนู จากน้ำดิบหรือไม่ หรือมีวิธีการอื่นใดที่สามารถกำจัดได้?

- Nanostone สามารถกำจัดได้เล็กน้อย จึงแนะนำให้ทำ pre-treatment แบบอื่นก่อนที่ช่วยสามารถกำจัดโลหะหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ใช้ pre-oxidation ในการช่วยกำจัด

2. นอกจากเรื่องราคาที่ยังค่อนข้างสูงแล้ว ceramic membrane มีข้อดีอะไรอีกบ้าง และจะสามารถแก้ไขข้อดีเหล่านั้นได้อย่างไร?

- แม้ราคาจะสูง แต่มีความคุ้มค่าและคุ้มค่ามากในระยะยาว

- Ceramic membrane ยังเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ยังมีการใช้งานน้อยอยู่ หากเทียบกับ Polymeric membrane

บรรยายช่วงที่ 2

Jacob Fonteijne, Chief Operating Officer, PNWT บรรยายเรื่องประโยชน์จากเทคโนโลยี ceramic membrane เพื่อการผลิตน้ำขนาดเล็ก (ระบบเทศบาล)

PNWT มีเทคโนโลยี ceramic membrane ชื่อว่า CeraMac ขณะนี้มีใช้งานอยู่ที่โรงงานผลิตน้ำ 4 แห่งทั่วโลก กำลังการผลิตมากกว่า 400 ล้านลิตร/วัน

กรณีศึกษา 1: PWN - Andijk III WTW - Ion Exchange Pre-treatment

แหล่งน้ำดิบจาก ทะเลสาบ Ljssel

มี R&D เพื่อศึกษาหากระบวนการที่ทนทานและยั่งยืน -- มี

ระบบ Filtration, DOC removal

ใช้งานมาตั้งแต่ปี 2014

Design flux 100 l/mh

กรณีศึกษา 2: Luzern Project: EWL Switzerland,

Mountain Spring Water - Ozone Pre-treatment

กำลังการผลิต 30 ล้านลิตร/วัน ใช้การใช้ Ozone ใช้งานมาตั้งแต่ปี 2018

Design flux: up to 450 l/mh

Backwash ทุก 3 ชม.

ไม่จำเป็นต้องใช้ CIP frequency

กรณีศึกษา 3: Mayflower WTW Project: South West Water

กำลังการผลิต 90 ล้านลิตร/วัน

น้ำดิบมาจากเขื่อนเก็บน้ำและแม่น้ำ 2 สาย

มีการใช้ Ozone CEB & CIP

เริ่มจ่ายน้ำเมื่อเดือนมิถุนายน 2020

กรณีศึกษา 4: CCKWW Project: PUB Singapore

กำลังการผลิต 180 ล้านลิตร/วัน

มีการทำน้ำให้ใสก่อน (alum coagulation) มีการใช้ Ozone เริ่มใช้งานเดือนพฤษภาคม 2019

ได้รางวัล “Water Project of the Year” Global Water Awards 2020

Dr. Holly Shorney-Darby, Senior Project

Manager, PWNT บรรยายในหัวข้อ “แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการดำเนินงานสำหรับโรงงานเต็มรูปแบบโดยใช้ CeraMac ผลกระทบของ pre-treatment ที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน

กระบวนการโดยทั่วไปที่ต้องพิจารณาสำหรับการปรับสภาพ (pre-treatment)

- Suspended Ion Exchange
- Coagulation and Adsorption
- Ozone
- Powdered Activated Carbon
- มีการทดลองใช้ คลอรีนและ polymer

บทเรียนและสิ่งที่ยังไม่ทราบข้อมูลจากกระบวนการปรับสภาพ (Pre-treatments)

- Lessons Learned
 - Water with DOC and biopolymers
 - Coagulation ให้ประสิทธิภาพที่เหนือกว่า
 - ของแข็งไม่สามารถไปด้วยกันได้กับเมมเบรนหรือสามารถถูกกำจัดออกโดยกระบวนการ clarification
 - การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) สามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้
 - โอโซนสามารถให้พลังที่สูงมาก ทำความสะอาดอย่างต่อเนื่อง

สิ่งที่ยังไม่ทราบข้อมูลแน่ชัด

- ผลกระทบระยะยาวของพอลิเมอร์
- ผลกระทบด้านสาหร่าย
- ผลจากประจุที่ผิว (surface charge)
- ระยะเวลาที่เหมาะสมในการล้าง
(Optimized cleaning)

▶ ช่วง Q&A (ช่วงท้าย)

- PUB มีการเตรียมตัวรับมือกับการเปลี่ยนผ่านไปใช้เทคโนโลยีเมมเบรนเซรามิกอย่างไร
 - มีการให้ความรู้ความเข้าใจแก่พนักงานถึงการใช้งานและประโยชน์ของการเปลี่ยนมาใช้เซรามิกเมมเบรน ซึ่งคือ สามารถลดปัญหาเรื่องขาดแคลนเจ้าหน้าที่ในโรงงานได้ เนื่องจากระบบส่วนมากเป็น automation ทั้งยังกินพื้นที่ไม่มาก