



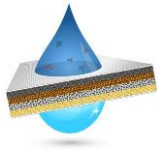
การปรับปรุงคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม ตอนที่ 1

กระบวนการกรองน้ำ

ปราโมช เชี่ยวชาญ

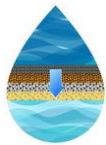
การปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water treatment) ในโรงงานอุตสาหกรรมมีกระบวนการอยู่หลายกระบวนการ แต่ละกระบวนการมีวัตถุประสงค์ หลักการและ อุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละกระบวนการแตกต่างกันออกไป การที่จบ. วิชาซีพีมีความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการการปรับปรุงคุณภาพน้ำต่างๆ อาจเป็นประโยชน์ในการทำงานบ้าง ดังนั้นบทความแต่ละฉบับต่อไปนี้จะกล่าวถึงกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่สำคัญและอาจพบได้โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม โดยฉบับนี้ขอเริ่มต้นด้วยกระบวนการกรอง

กระบวนการกรองน้ำ (Water filtration) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical treatment) ที่พบได้บ่อยที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม/สถานประกอบการต่างๆ บทความนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดพอสังเขปของกระบวนการกรองน้ำ



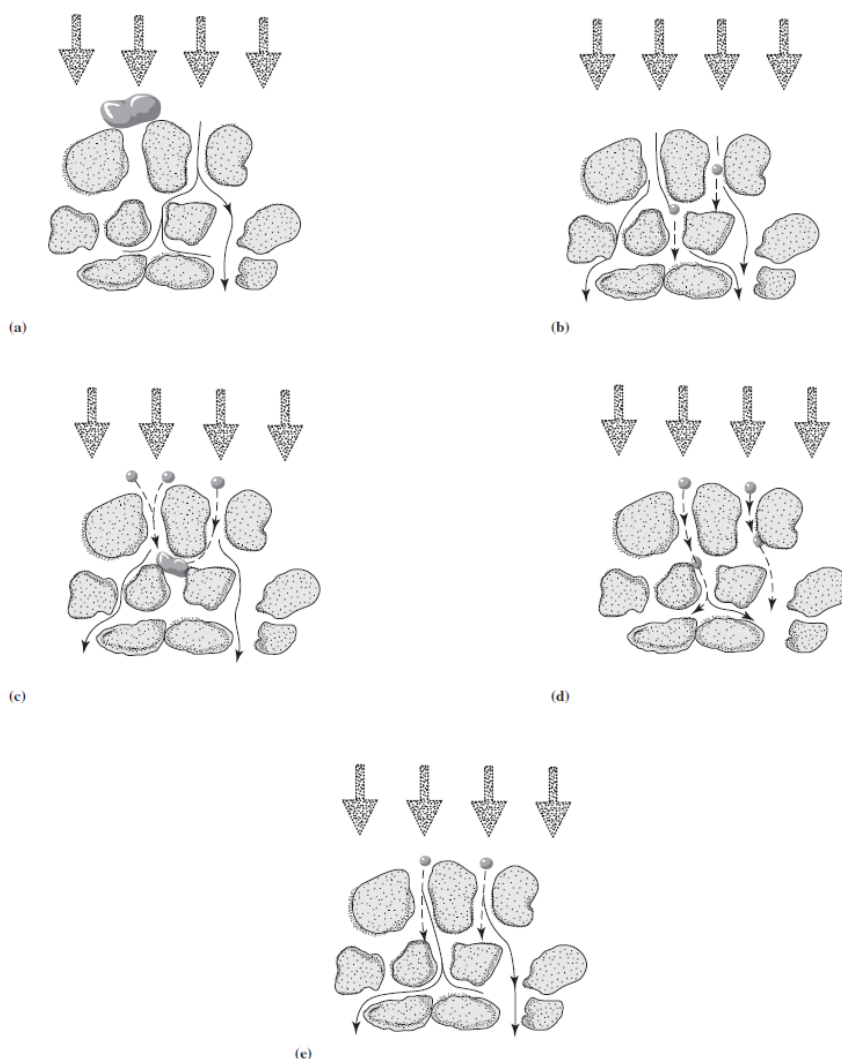
วัตถุประสงค์ของกระบวนการ

วัตถุประสงค์หลักของกระบวนการกรองน้ำ คือกำจัดสารแขวนลอยหรืออนุภาคต่างๆ ออกจากน้ำ ตัวอย่างของสารแขวนลอยเหล่านี้ เช่น อนุภาคของดินตะกอน ตะกอนผลึกของเหล็กและแมงกานีส จุลินทรีย์บางชนิด เป็นต้น



หลักการ กลไกและลักษณะของกระบวนการ

หลักการของกระบวนการกรองน้ำ คือการให้น้ำที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพไหลผ่านไปตามช่องว่างของตัวกลางทำให้เกิดกลไกการดักจับสารแขวนลอย/อนุภาคไว้ที่ตัวกลาง โดยมีกลไกในการดักจับสารแขวนลอย/อนุภาค หรือกลไกของการกรองน้ำ (Mechanisms of filtration) ที่สำคัญ คือ การดัก(Screening) การตกตะกอน (Sedimentation) การรวมกลุ่มฟล็อก(Flocculation) การติดค้าง(Interception) และการกระแทก (Impaction) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กลไกของการกรองน้ำ

(a) screening (b) sedimentation (c) flocculation (d) (interception) (e) impaction

ที่มา: Davis M.L., Water and Waste Water Engineering, 2011.

ลักษณะของการกรองน้ำโดยทั่วไปเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ

1 การกรองแบบติดค้างในชั้นกรอง (In depth filtration) เป็นการกรองที่พบได้โดยทั่วไปและใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้เพื่อการอุปโภค/บริโภค การกรองแบบนี้เป็นการกรองที่ให้น้ำไหลผ่านเม็ดวัสดุ (granular material) ซึ่งเรียกว่าสารกรอง (filter media) ตัวอย่างของสารกรองเหล่านี้ เช่น ทราย แอนทราไซด์ เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือทราย และเนื่องจากขนาดของสารกรองมักมีขนาดใหญ่ ดังนั้นสารแขวนลอย/อนุภาคจึงมีโอกาสแทรกเข้าไปภายในชั้นกรองได้ การกรองแบบนี้จึงอาศัยกลไกการกรองที่สำคัญคือการตกตะกอน การรวมกลุ่มฟล็อก การติดค้าง และการกระแทก ตัวอย่างของเครื่องกรองแบบนี้ได้แก่ เครื่องทรายกรองชนิดต่างๆ

2 การกรองแบบติดผิวตัวกรอง (Surface filtration) เป็นการกรองที่น้ำไหลผ่านตัวกลาง/ตัวกรองแล้วสารแขวนลอย/อนุภาคจะถูกดักจับและติดค้างอยู่บนผิวของตัวกลาง/ตัวกรองทำให้เกิดการสะสมตัวเป็นชั้น (cake) ดังนั้นการกรองแบบนี้จึงอาศัยกลไกการดักเป็นกลไกหลัก สำหรับชนิดของตัวกลาง/ตัวกรอง

แบบนี้อาจเป็นผ้า แผ่นใยสังเคราะห์ แผ่นโลหะ หรือแท่งกรอง ตัวอย่างของเครื่องกรองแบบติดผิวตัวกรอง ที่พบได้บ่อยในงานปรับปรุงคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมคือ เครื่องกรองคาร์ทริก (Cartridge filter)

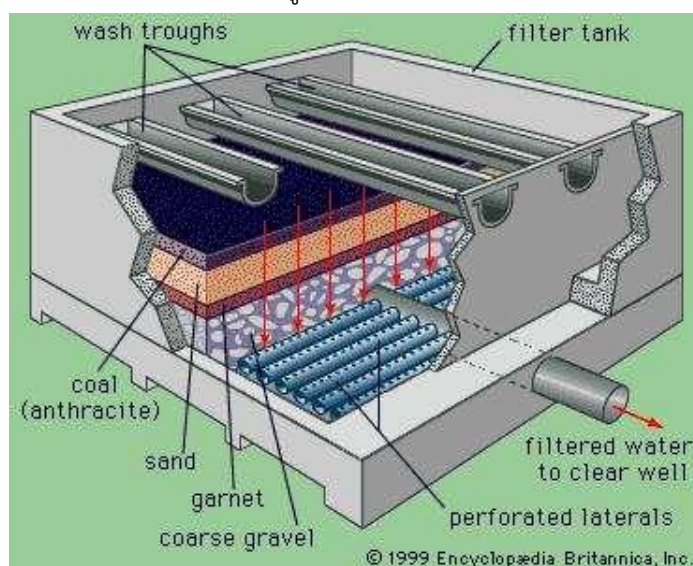


อุปกรณ์ของกระบวนการ

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกระบวนการกรอง คือเครื่อง/ถังกรองน้ำ (filter) ที่อาจพบได้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่สำคัญคือ เครื่อง/ถังทรายกรองเร็ว (Rapid sand filter) เครื่อง/ถังกรองทรายภายใต้แรงดัน (Pressure sand filter) และ เครื่องกรองคาร์ทริก (Cartridge filter) มีรายละเอียดดังนี้

1 เครื่อง/ถังทรายกรองเร็ว เป็นเครื่อง/ถังกรองที่อาจพบได้ในบางโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะกับโรงงานที่มีการใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินมาผลิตเป็นน้ำเพื่อใช้ในโรงงาน โดยปกติเครื่อง/ถังกรองแบบนี้ มักถูกใช้ร่วมกับกระบวนการที่มีการสร้างตะกอน การรวมตะกอนและการตกตะกอนก่อน ซึ่งเรียกโดยรวมว่า ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินโดยทั่วไป (Conventional surface water treatment plant)

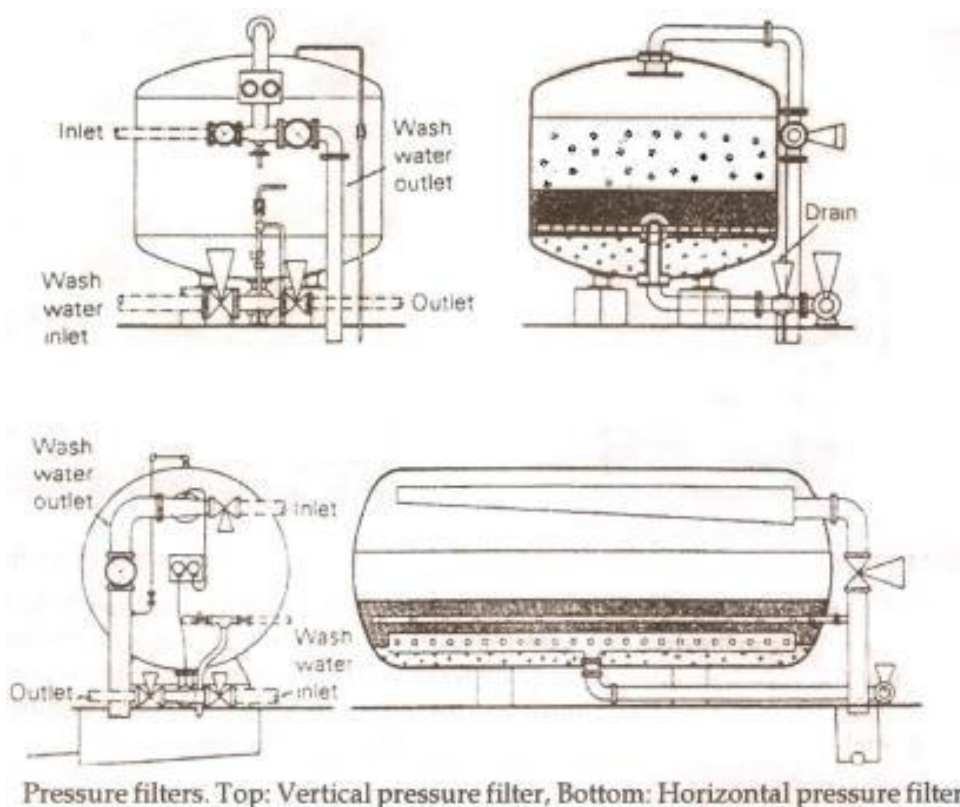
เครื่อง/ถังทรายกรองเร็วเป็นเครื่องกรองน้ำแบบไหลลงโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยทั่วไปจึงก่อสร้างเป็นถังเปิด ภายในบรรจุชั้นของสารกรองซึ่งนิยมใช้คือทรายและ/หรือแอนทราไซต์ มีรายละเอียดของส่วนประกอบเครื่องกรองดังในภาพที่ 2 ขณะทำการกรองน้ำจะไหลจากบนลงล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกผ่านชั้นสารกรอง เมื่อทำการกรองจนกระทั่งเกิดการอุดตันของชั้นกรองจนถึงจุดหนึ่งและ/หรือคุณภาพน้ำที่ผ่านการกรองไม่ได้คุณภาพแล้ว ต้องทำการล้างย้อน (Back wash) การล้างย้อนจะกระทำในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการกรอง คือ ปล่อยให้ น้ำไหลจากด้านบนขึ้นด้านบนเพื่อทำให้เกิดการขยายตัวของชั้นกรอง เกิดช่องว่างเพิ่มขึ้น สารแขวนลอย/อนุภาคที่จับอยู่ภายในชั้นกรองสามารถหลุดออกไปกับน้ำสะอาด โดยทั่วไปเครื่อง/ถังทรายกรองเร็วมักมีอัตราการกรองอยู่ในช่วงประมาณ 5-10 ลบ.ม./ชม.-ตร.ม.



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องทรายกรองเร็ว

ที่มา: <https://www.britannica.com/technology/water-supply-system/Coagulation-and-flocculation>

2 เครื่องกรอง/ถังกรองทรายภายใต้แรงดัน เป็นถังกรองที่มีลักษณะการกรองแบบติดค้ำในชั้นกรองที่พบเห็นได้บ่อยในโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปอาศัยหลักการกรองคล้ายกับเครื่องทรายกรองเร็ว แต่เครื่องทรายกรองเร็วใช้แรงขับน้ำผ่านชั้นสารกรองด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนเครื่องกรองทรายภายใต้แรงดันใช้แรงขับน้ำผ่านชั้นสารกรองด้วยแรงดันที่เพิ่มเข้าไปในเครื่องกรอง ดังนั้น เครื่องกรองทรายภายใต้แรงดันจึงถูกออกแบบให้เป็นถังเหล็กปิด รูปทรงกระบอก ซึ่งอาจเป็นแนวตั้งหรือแนวนอนภายในบรรจุชั้นสารกรองหรือชั้นทรายดังภาพที่ 3 โดยทั่วไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของถังในแนวตั้งประมาณ 0.3 ถึง 3 เมตร สำหรับถังแนวนอนโดยปกติจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เมตรและยาว 3-8 เมตร



ภาพที่ 3 เครื่องกรองทรายภายใต้แรงดัน

ที่มา: <http://watertreaters.com/d801a1.html>

<http://www.thewatertreatments.com/water-treatment-filtration/pressure-filter-water-filtration/>

การทำงานของเครื่องกรองทรายภายใต้แรงดันเช่นเดียวกับเครื่องทรายกรองเร็ว คือ ขณะดำเนินการกรองน้ำจะเป็นการกรองแบบไหลลง (down flow filtration) และเมื่อเกิดการอุดตันของชั้นกรองระดับหนึ่งต้องทำการล้างย้อน โดยให้น้ำไหลย้อนจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนเพื่อทำการล้างหรือทำความสะอาดชั้นกรอง ทำให้สามารถทำการกรองได้อีก ดังนั้นส่วนประกอบที่สำคัญ ของเครื่องกรองทรายภายใต้แรงดันจึงคล้ายกับเครื่องทรายกรองเร็ว อย่างไรก็ตามอาจมีข้อแตกต่างกันบ้าง เช่น ตัวถังเครื่องทรายกรองเร็วเป็นถังเปิด แต่เครื่องกรองทรายภายใต้แรงดันเป็นถังปิด ระบบระบายน้ำล้างของเครื่องทรายกรองเร็วมักออกแบบให้เป็นรางรับน้ำ แต่เครื่องกรองทรายภายใต้แรงดันเป็นระบบท่อแทน เป็นต้น โดยทั่วไปเครื่องกรองทรายภายใต้แรงดันมักใช้อัตราการกรองที่ 7.5 ลบ.ม./ชม.-ตร.ม

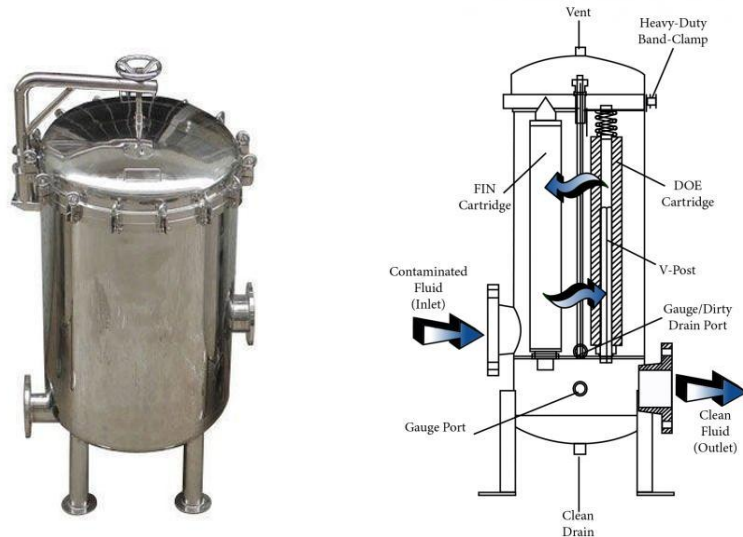
3 เครื่องกรองคาร์บอน เป็นเครื่องกรองที่มีลักษณะการกรองเป็นแบบติดผิวตัวกรอง โดยใช้ไส้กรองที่เป็นแท่งวัสดุที่มีรูพรุนขนาดเล็กๆ ดังภาพที่ 4 วัสดุที่ใช้ทำแท่งไส้กรองมีหลายชนิดเช่น พวงเส้นใย cotton ,nylon polyester ,polypropylene ,polyethylene โลหะ (metal) เซรามิก (ceramic) อะคริลิก (acrylic) เป็นต้น แท่งไส้กรองเหล่านี้จะถูกบรรจุไว้ในถังปิดภายใต้แรงดัน ดังภาพที่ 5 เครื่องกรองคาร์บอนจึงเป็นเครื่องกรองภายใต้แรงดันประเภทหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับน้ำที่มีความขุ่น/สารแขวนลอย/อนุภาคไม่สูงนัก โดยทั่วไปมักนิยมติดตั้งเครื่องกรองคาร์บอนนี้เพื่อกำจัดสารแขวนลอยที่อาจหลงเหลือในน้ำก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการแผ่นเยื่อกรอง เช่น ออสโมซิสผันกลับ (Reverse osmosis) เป็นต้น เครื่องกรองคาร์บอนมีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดใหญ่ในงานอุตสาหกรรม (ดังภาพที่5) จนถึงขนาดเล็กที่ใช้สำหรับกรองน้ำดื่มในครัวเรือนดังภาพที่ 6 (ปัจจุบันเครื่องกรองน้ำดื่มขนาดเล็กที่ใช้ชั้นสารกรองมีความนิยมน้อยลง ส่วนใหญ่มักใช้แบบแท่งไส้กรอง)



ภาพที่ 4 แท่งไส้กรองของเครื่องกรองคาร์บอน

ที่มา: <https://www.pureaqua.com/water-treatment-systems-parts-components/>

http://files.dep.state.pa.us/Water/BSDW/OperatorCertification/TrainingModules/dw-18_bag_and_cart_wb.pdf



ภาพที่ 5 เครื่องกรองคาร์ทริก

ที่มา: <https://www.indiamart.com/proddetail/micron-cartridge-filter-9548741591.html>

<https://www.ozonesolutions.com/filter-products/multi-cartridge-band-clamp-liquid-vessels-gtchb>



ภาพที่ 6 เครื่องกรองคาร์ทริกขนาดเล็ก

ที่มา: <https://www.aquatell.ca/products/max-flow-iron-cartridge-filter-system>

<https://www.ackuritlabs.com/cartridge-filters/>



พารามิเตอร์เบื้องต้น

ในการออกแบบและควบคุมกระบวนการกรองมีค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นที่ควรทราบ คืออัตราการกรอง (filtration rate) หรือ อัตราภาระที่ผิวหน้า (surface loading rate) หรือ ความเร็วที่ผิวหน้า (face velocity) ม./ชม. ซึ่งหมายถึงอัตราการไหลของน้ำต่อหน่วยพื้นที่ของเครื่องกรอง เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$V_a = Q / A_s$$

โดยที่ V_a = อัตราการกรอง ลบ.ม./ชม.-ตร.ม.

Q = อัตราการไหลของน้ำ ลบ.ม./ชม.

A_s = พื้นที่ของเครื่องกรอง ตร.ม.

อัตราการกรองเป็นพารามิเตอร์เบื้องต้นที่สำคัญมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการกรองน้ำ

เอกสารอ้างอิง

American Water Works Association (2010) Water Treatment (4th ed) USA: American Water Works Association,

_____ (2005) Water Treatment Plant Design (4th ed) New York: McGraw-Hill, Inc.,

Davis M. L. (2011) Water and Wastewater Engineering. New York: McGraw-Hill, Inc.,

John C. Crittenden and et al., (2005) Water Treatment : Principles and Design (2nd ed) New Jersey John Wiley & Sons, Inc

Kerry J. Howe David W. Hand (2012) Principles of Water Treatment New Jersey John Wiley & Sons, Inc.

Takashi Asano and et al., (2007) Water Reuse New York: McGraw Hill, Inc.,

ภาพประกอบจาก

https://www.123rf.com/photo_84135151_stock-vector-drop-of-water-and-container-filter-vector.html?fromid=TnQ5MEJtRG4zNjZWRY9QL3RQdEdJdz09

https://www.123rf.com/photo_84135153_stock-vector-container-for-water-purification-and-filter-circuit-vector-illustration.html?fromid=enlIU2hPS0huOHLxYJU4T2JXY1ZGUT09

