

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

การทดลองการกำจัดฟลูออไรด์โดยกระบวนการตกผลึกฟลูอิดไดซ์เบดนี้ ใช้ถึงปฏิกรณ์รูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 ซม. สูง 2.8 ม. ใช้ทรายขนาด 0.85 -1.0 มม. เป็นอนุภาคชักนำในฟลูอิดไดซ์เบด ความเร็วน้ำไหลขึ้นที่ใช้คือ 66 ม./ชม. ทำการทดลองที่ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ 5 ค่า คือ 50, 100, 200, 300 และ 400 มก./ล. ค่าพีเอชที่ทำการทดลอง 5 ค่า คือ 7, 7.5, 8.0, 8.5 และ 9.0 ใช้ความสูงของชั้นทรายขณะอยู่นิ่งเป็น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ม. โดยทำการทดลองทั้งสิ้น 100 การทดลอง ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองตามสภาวะต่างๆที่ทำการทดลองได้ดังนี้

1. จากการทดลองโดยเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำเข้า พบว่าระบบสามารถกำจัดฟลูออไรด์ได้ในช่วงความเข้มข้น 50-200 มก./ล. โดยจากการทดลองที่ความเข้มข้นฟลูออไรด์น้ำเข้า 50, 100 และ 200 มก./ล. ค่าพีเอช 7.5 ความสูงทราย 2.0 ม. มีค่าฟลูออไรด์คงเหลือ 13.0, 19.5 และ 48.1 มก./ล. ตามลำดับ คิดเป็นค่าประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์ร้อยละ 74, 80.5 และ 76 ตามลำดับ

2. ประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์จะเพิ่มขึ้น เมื่อมีกระบวนการกรองต่อจากกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด (Post filtration) โดยเมื่อทำการทดลองที่ความเข้มข้น 50, 100 และ 200 มก./ล. จะมีฟลูออไรด์คงเหลือ 11.2, 9.0 และ 12.5 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์ร้อยละ 77.6, 91.0 และ 93.8 ตามลำดับ และค่าของแรงแจวนลอยที่ความเข้มข้นฟลูออไรด์ในน้ำเข้า 50 และ 100 มก./ล. จะมีค่าน้อยกว่า 5 มก./ล. ส่วนที่ความเข้มข้นฟลูออไรด์ในน้ำเข้า 200 มก./ล. ค่าของแรงแจวนลอยเท่ากับ 18 มก./ล.

3. ที่ความเข้มข้นฟลูออไรด์ 300 และ 400 มก./ล. ค่าพีเอช 7.5 ความสูงทราย 2.0 ม. พบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์จะต่ำมาก คือมีฟลูออไรด์คงเหลือ 174 และ 275 มก/ล. ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์ร้อยละ 42 และ 31.3 ตามลำดับ เนื่องจากที่ความเข้มข้นฟลูออไรด์สูงจะเกิดการตกผลึกในน้ำ (Spontaneous nucleation) ซึ่งปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นเมื่อสารละลายอิ่มตัวยิ่งยวดมากเกินไป ทำให้สารเกิดการตกผลึกอย่างรวดเร็วเป็นเม็ดเล็ก ๆ จำนวนมากในน้ำแทนที่จะเกิดผลึกเกาะกันบนเม็ดทราย ซึ่งนอกจากปรากฏการณ์ดังกล่าวจะทำให้ประสิทธิภาพต่ำแล้ว ยังมีผลทำให้ของแข็งแขวนลอยในน้ำออกมามีค่าสูงด้วย

4. ผลของค่าพีเอชในการทดลองพบว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมคือ พีเอช 7 - 8 ซึ่งที่ค่าพีเอชดังกล่าวจะได้ค่าประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์อยู่ในช่วงสูงสุด ซึ่งต่างจากการกำจัดฟลูออไรด์ โดยการตกตะกอนผลึกธรรมชาติ ซึ่งมีค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 8 - 9

5. ผลการทดลองหาความสูงชั้นทรายที่เหมาะสม พบว่าเมื่อความสูงของชั้นทรายเพิ่มขึ้น จะช่วยให้ประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าประสิทธิภาพของการกำจัดฟลูออไรด์มีค่าสูงสุดที่ความสูงชั้นทรายเท่ากับ 2 ม. เนื่องจากการเพิ่มความสูงชั้นทรายจะทำให้พื้นที่ผิวในการตกผลึกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การเพิ่มความสูงชั้นทรายจะต้องดูความเหมาะสมในการก่อสร้างและความเร็วของน้ำไหลขึ้นด้วย เพราะการเพิ่มความเร็วน้ำไหลขึ้นจะทำให้ชั้นทรายขยายตัวมากขึ้น

6. ค่าความเป็นด่างจะลดลงเมื่อค่าพีเอชสูงขึ้น เนื่องจากจะเกิดแคลเซียมคาร์บอเนตพร้อมกับแคลเซียมฟลูออไรด์ เป็นผลให้ปริมาณไบคาร์บอเนตในน้ำลดลง

7. ความกระด้างในน้ำจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเติมแคลเซียมลงในน้ำเพื่อกำจัดฟลูออไรด์ในปริมาณ 1.5 เท่าของปริมาณที่จุดสตอยคิโอเมตริก

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

ภายหลังจากการทดลองผู้วิจัยพบว่าน่าจะมีการทดลองเพิ่มเติม โดยทำการแปรค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทดลองหาผลกระทบจากการเปลี่ยนขนาดเม็ดทรายที่ใช้ในถังปฏิกรณ์ โดยทำการแปรค่าตั้งแต่ 0.2 - 2.0 มม.
2. ทดลองหาผลกระทบจากการเปลี่ยนความเร็วไหลขึ้นในถังปฏิกรณ์ โดยทำการแปรค่าตั้งแต่ 40 - 120 ม./ชม.
3. ทดลองหาผลกระทบจากการลดสัดส่วนปริมาณแคลเซียมต่อปริมาณฟลูออไรด์
4. ทดลองกำจัดฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงๆ โดยเพิ่มการหมุนเวียนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาทำการเจือจาง
5. ทดลองใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำการทดลองต่อเนื่องจนกว่าจะเห็นการเกิดผลึกแคลเซียมบนเม็ดทรายได้อย่างชัดเจน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย