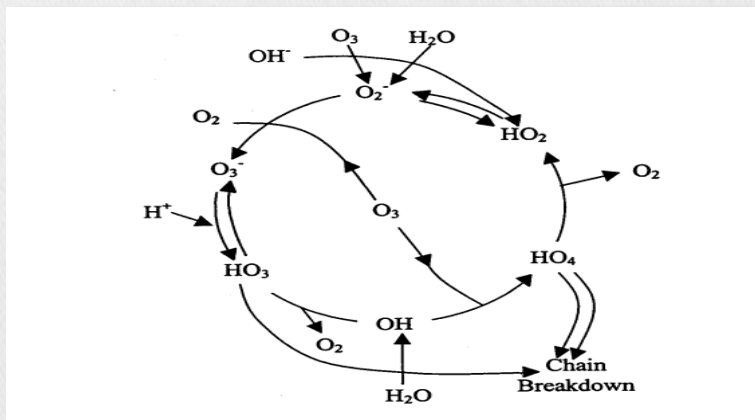


การบำบัดน้ำเสียและปรับสภาพน้ำเสีย ด้วยกระบวนการโอโซน

การบำบัดน้ำเสียทางเคมีด้วยกระบวนการโอโซนเนชัน (Ozonation) จัดเป็นกระบวนการทางเคมีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้หรือย่อยสลายได้ยาก (Recalcitrant) อาศัยหลักการออกซิเดชันด้วยอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (Hydroxyl Radical, OH^\bullet) ซึ่งไวต่อการทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลนี้จะทำหน้าที่ย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ ทำให้เกิดเป็นอนุผลของสารอินทรีย์ ซึ่งสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารอินทรีย์โมเลกุลอื่น ๆ ได้ต่อไป ทำให้สารอินทรีย์เปลี่ยนโครงสร้างและมีขนาดเล็กลง ทำให้มีความเป็นพิษลดลง และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่เสถียรสามารถสลายตัวเป็นออกซิเจน โดยแตกตัวให้อนุมูลต่าง ๆ ซึ่งอนุมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะมีความว่องไวมากในการทำปฏิกิริยากับสารมลพิษในน้ำเสีย (Strong Oxidant) การสลายตัวของโอโซนในน้ำเป็นลักษณะที่สำคัญในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานเกี่ยวกับบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการโอโซนเนชัน เนื่องจากโอโซนสามารถออกซิไดซ์สารปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของโอโซน อาทิ ค่า pH ของน้ำเสีย ความเข้มข้นของโอโซน ความเข้มข้นของสารตัวกลางในน้ำเสีย เป็นต้น โดยการสลายตัวในน้ำของโอโซนจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเป็นด่าง (Alkalinity) เพิ่มขึ้น ทำให้โอโซนทำปฏิกิริยากับน้ำและไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) เกิดเป็นไฮดรอกซิลแรดดิคัลในปริมาณมาก โดยในการสลายตัวของโอโซนในน้ำจะมีไฮดรอกไซด์ไอออนเป็น Promoter ของปฏิกิริยาการสลายตัวของโอโซน ปฏิกิริยาการแตกตัวของโอโซนเมื่อละลายในน้ำเป็นอนุมูลอิสระชนิดต่าง ๆ แสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 ปฏิกิริยาการแตกตัวของโอโซนในน้ำ



กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างสารอินทรีย์กับโอโซนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาโดยตรงและปฏิกิริยาโดยอ้อม ซึ่งผลลัพธ์ในแต่ละเส้นทางของปฏิกิริยาจะได้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกซิเดชันที่แตกต่างกัน และปฏิกิริยาจะมีชนิดของจลศาสตร์ที่ไม่เหมือนกัน กลไกในการเกิดปฏิกิริยาของกระบวนการโอโซนเนชั่นทั้ง 2 ทาง มีดังนี้

1. การทำปฏิกิริยาทางตรง (Direct Attack) สารอินทรีย์จะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของโอโซนโดยตรง (ปฏิกิริยา Electrophilic หรือ Dipolar Cycloaddition) โอโซนจะเข้าทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์บริเวณพันธะคู่ ($C=C$, $C=C-O-R$, $C=C-X$) หรืออะตอมที่มีประจุลบ (N, P, O, S และ Nucleophilic C) สาร Aromatics ที่มีหมู่ OH, CH_3 หรือ OCH_3 อยู่ตรงตำแหน่ง Ortho จะทำปฏิกิริยากับโอโซนได้ดี (High Reactivity) แต่ถ้ามีหมู่ NO_2 , COOH หรือ CHO ปฏิกิริยาจะเกิดช้า

2. การทำปฏิกิริยาทางอ้อม (Indirect Attack) สารอินทรีย์จะถูกทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดจากปฏิกิริยาขั้นที่ 1 ได้แก่ $OH\cdot$ และ $OH_2\cdot$ ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว โดยประจุเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์อีกทีหนึ่ง และสามารถออกซิไดส์สารอินทรีย์ประเภท Acid, Aldehydes, Ketones และพวก Less Highly Activated Aromatic ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังจะเห็นได้ว่าการใช้โอโซนเป็นหนึ่งในวิธีการที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียได้อย่างหลากหลาย อาทิ การกำจัดเหล็กและแมงกานีส การกำจัดสี การฆ่าเชื้อโรคในน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้การใช้โอโซนในการสลายพันธะของสารเคมีที่มีโครงสร้างซับซ้อนจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายขึ้น โดยจะเห็นว่าในปัจจุบันนอกเหนือจากจะมีการใช้โอโซนในการบำบัดน้ำเสียเพียงอย่างเดียวแล้วยังมีการใช้โอโซนในการบำบัดขั้นต้น (Pre-ozonation) ก่อนที่จะทำการบำบัดทางชีวภาพซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดการใช้สารเคมีในการบำบัดอีกด้วย