



KİMYASAL KOAGÜLASYON VE FLOKÜLASYON (JAR TESTİ)

AMAÇ

Atık suyun kimyasal koagülasyon-flokülasyon yöntemi ile arıtımı için en uygun pH aralığı ve koagülant madde miktarının belirlenmesi.

ÖN BİLGİ

İçme sularında ve atık sularda kolloid halde maddeler istenmez. Kolloid maddeler (1µ-0.1µ) çökeltilerek veya filtre edilerek uzaklaştırılmazlar bu nedenle, bu tür kolloidlerin sudan çöktürülme ile uzaklaştırılması için kimyasal maddelere gerek duyulmaktadır. Bu arıtım yönteminde kullanılan kimyasal maddelere koagülant adı verilmektedir. Koagülantlar suya ilave edildiğinde kolloidal taneciklerin stabiliteelerini değişik şekillerde bozarlar ve bir araya gelerek büyümelerini kolaylaştırırlar. Bu şekilde bir araya gelen taneciklerin boyutları büyür ve daha kolay çökebilir bir yapı kazanır. Suyu koagülant madde ilavesi işlemine ise koagülasyon adı verilmektedir. Koagülasyondan sonraki aşama, su içerisinde stabiliteeleri bozulmuş olan taneciklerin bir araya gelerek flok adı verilen daha büyük yapılara dönüştürülmesi için birbirleriyle temas ettirilme kısmıdır. Bu işlem suyun yavaş karıştırılması ile gerçekleştirilir ve flokülasyon olarak adlandırılır. Kolloidlerin stabiliteelerinin bozulması aşağıdaki 4 şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

- 1-Çift tabakanın sıkıştırılması
- 2-Adsorbsiyon ve yük nötralizasyonu
- 3-Çökelek içine hapsedme
- 4-Adsorbsiyon ve tanecik arasında köprü kurma

Su arıtımında koagülasyon ve flokülasyon anyonik ve organik bileşiklerin giderilmesi, renk giderimi, zararlı bakterilerin ve patojenlerin giderilmesi, tat ve koku oluşturan maddelerin giderilmesi, alg ve planktonların giderilmesi gibi amaçlarla gerçekleştirilir.

Zeta Potansiyeli:

Kolloidler buldukları sıvı ortam içinde daima bir elektrik yüküne sahiptirler. Partikül yüzeyinde zıt iyonların konsantrasyonu çok büyüktür. Yüzeyden uzaklaştıkça zıt iyon derişimi azalır. Bu yüzden tanecik yüzeyi ile sıvı çözelti arasında bir elektriksel potansiyel oluşur. Tanecik yüzeydeki bu potansiyele zeta potansiyeli denir.



Bu potansiyel kolloid süspansiyonun kararlılığı ile ilgili bir potansiyeldir. Kolloidlerin uzun süre yapıların korumaları, dengeli olduklarını gösterir. Bu dengeli hal kolloidlerin çöktürülmesi açısından istenmeyen bir durumdur.

Koagülasyon işleminde en çok kullanılan koagülantlar alüminyum ve demir tuzlarıdır. Su arıtımında kullanılan bu koagülantlar şu şekilde sınıflandırılabilir.

1. Al (III) Tuzları :

Alüminyum sülfat (Alüm) $\rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$

Sodyum alüminat $\rightarrow \text{NaAlO}_2$ veya $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$

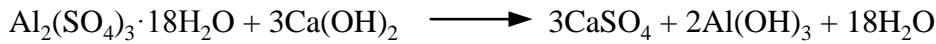
2. Fe (III) Tuzları :

Ferri Klorür $\rightarrow \text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Ferri Sülfat $\rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Ferro Sülfat $\rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Bu sıralanan kimyasalların arasında en fazla kullanılan koagülant alümdür. Alüm suya ilave edilince alkali ortamda,



reaksiyonunu verir ve kolloidin yük dengesini bozarak çökelmelerine yol açar. Reaksiyon sonucunda oluşan $\text{Al}(\text{OH})_3$ 'in sudaki çözünürlüğü oldukça azdır. Oluşan flok pH 7'de pozitif pH 8.2'de negatiftir. Demir tuzları ise, pH 3-13 arasında çözünmeyen demir hidroksit oluturlar. Kuvvetli asit anyonları içeren koagülantlar hidrolizleri sonucunda asit gibi davrandıklarından koagülasyonun ardından pH'yı yükseltmek için ortama kireç ilave etmek gerekebilir. Bu durum arıtılacak olan suyun kimyasal yapısına bağlıdır.

3. Sentetik organik polimerler: Polietilen oksit, Poliakrilamid, Poliakralik asit, Politiren sülfonat, katyonik polielektrolitler (Polidialitdimetil amonyum)

4. Aktif silika (H_4SiO_4): Doğal sularda silika çözünmüş halde bulunur ve floklaşması sonucu koagüle olur.

5. Biofloklaşma: Mikroorganizmaların çıkardıkları veya hücre üzerinde biriken polimerler floklaşmaya sebep olurlar.



Not: Jar testi ile arıtma tesislerinde aynı bileşimdeki atık suya verilecek koagülant miktarı belirlenir. Ancak arıtma tesisine gelen atıksuyun bileşiminde değişimler olursa, jar testinin yeniden yapılması ve miktarların kontrol edilmesi gerekmektedir.

KULLANILACAK MALZEMELER

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (Alüm)
- H_2SO_4
- NaOH
- Beher
- Jar testi düzeneği
- Bulanıklık ölçüm cihazı

1. AŞAMA: OPTİMUM KOAGÜLANT ve DOZUNUN BELİRLENMESİ

İŞLEM SIRASI

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 'dan 1 mL'sinde 10 mg koagülant olacak şekilde saf su içerisinde çözülerek stok koagülant çözeltileri hazırlanır.
- Arıtılacak olan sudan 400'er ml alınır ve jar testi düzeneğinde 1 L' lik beherlerin içerisine konulur.
- Beherler içerisine konulan atıksuların pH 'ı 7 olacak şekilde ayarlanır.
- Jar testi düzeneğindeki karıştırıcılar, beherlerin içindeki su içerisine daldırılır ve 150 dev/dak. hızla çalıştırılmaya başlanır. Hızlı karıştırma esnasında 1. beherdeki ham suya kontrol amacıyla koagülant ilave edilmezken, 2. behere 2.5 ml, 3. behere 5 ml, 4. behere 7.5 ml ve 5. Behere 10 ml olacak şekilde koagülant dozlanır.
- İlave edilen koagülant tüm su içerisine karıştıktan sonra (yaklaşık 2 dk) karıştırma hızı 40 dev/dak.'ya indirilir.
- Yaklaşık olarak 25 dakika sonra gözle görülebilir flok oluşumu tamamlandığında, karıştırma sona erdirilir ve karıştırıcılar çıkartılarak süspansiyon çökelmeye bırakılır.
- 25 dakikalık bir çökelden sonra üst kısımdaki berrak sıvının bulanıklılık veya rengi ölçülür. İşlem sonucunda optimum doza karar verilir.



2. AŞAMA: OPTİMUM pH'ın BELİRLENMESİ

İŞLEM SIRASI

- Arıtılacak olan sudan 400'er ml alınır ve jar testi düzeneğinde 1 L'lik beherlerin içerisine konulur.
- 1. Beherdeki atıksuyun pH'ı 5; 2. 3. 4. ve 5. beherlerdeki atıksuların pH'ları ise sırasıyla 6,7,8 ve 9 olarak ayarlanır. pH ayarlarında H₂SO₄ veya NaOH kullanılır.
- Jar testi düzeneğindeki karıştırıcılar, beherlerin içindeki su içerisine daldırılır ve 150 dev/dak. hızla çalıştırılmaya başlanır. Hızlı karıştırma esnasında tüm beherlere eşit miktarda 1. işlem sonunda karar verilen optimum koagülant (Al₂(SO₄)₃·18H₂O) dozu ilave edilir.
- İlave edilen koagülant tüm su içerisine karıştıktan sonra (yaklaşık 2 dk) karıştırma hızı 40 dev/dak.'ya indirilir.
- Yaklaşık olarak 25 dakika sonra gözle görülebilir flok oluşumu tamamlandığında, karıştırma sona erdirilir ve karıştırıcılar çıkartılarak süspansiyon çökelmeye bırakılır.
- 25 dakikalık bir çökelden sonra üst kısımdaki berrak sıvının bulanıklılık veya rengi ölçülür.
- İşlem sonucunda optimum pH'a karar verilir.

SONUÇLAR VE HESAPLAMA

- Koagülant dozuna karşılık bulanıklılık giderim verimleri veya renk giderim verimleri hesaplanır.

DEĞERLENDİRME

- Bulanıklık giderim verimlerini hesaplayınız.
- Hesaplanan giderim verimlerine karşılık koagülant dozu olacak şekilde Excel'de x ve y ekseninde grafik çiziniz. Oluşturduğunuz grafiği kısaca yorumlayınız.

KAYNAKLAR

1. Çevre Mühendisliğinde Temel İşlemler Laboratuvarı 1-2 Notları, Atatürk Üniversitesi, Doç. Dr. Ergün YILDIZ.