

ẢNH HƯỞNG CỦA $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ĐẾN QUÁ TRÌNH PHÂN GIẢI BÙN THẢI BẰNG NaOH

Đỗ Khắc Uẩn^(1,2), Rajesh banu J.⁽¹⁾, Đặng Kim Chi⁽²⁾, Ick-Tae Yeom⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Sungkyunkwan, Korea.

(2) Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

TÓM TẮT: Nghiên cứu đã xác định được những ảnh hưởng của việc bổ sung $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào quá trình phân giải bùn bằng NaOH . Nếu chỉ sử dụng NaOH để phân giải bùn, hàm lượng NaOH tối ưu và thời gian phản ứng cần thiết lần lượt là 1,6 g/L và 3 h. Sau khi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ được bổ sung (hàm lượng thay đổi từ 0,3 g/L đến 1,6 g/L), kết quả thu được là nồng độ COD hòa tan tăng lên khi tăng hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lên đến 0,7 g/L. Với hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lớn hơn 0,7 g/L, một phần COD hòa tan đã bị kết tủa trở lại. Tương tự, tại hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,7 g/L, khoảng 61% photphat hòa tan đã bị kết tủa. Khi so sánh với mẫu đối chứng, thời gian lọc tách nước ra khỏi bùn đã giảm từ 1360 s xuống còn 350 s. Quá trình phân giải bùn dư bằng NaOH kết hợp với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ không chỉ ngăn ngừa TP tăng lên trong dòng thải ra mà còn làm giảm thời gian lọc, giúp cho công tác quản lý bùn dễ dàng hơn.

Từ khóa: phân giải bùn, thời gian lọc tách nước, kết tủa photphat.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xử lý bùn hoạt tính thải ra từ các hệ thống xử lý nước thải đã và đang thu hút được nhiều mối quan tâm nghiên cứu. Trong các phương pháp xử lý, phương pháp hóa học sử dụng natri hydroxit (NaOH) có khả năng phá vỡ tế bào hiệu quả nhất [1]. Tuy nhiên, khi sử dụng NaOH để phân giải bùn, ion Na^+ làm thay đổi cấu trúc của bùn và làm giảm mật độ bông bùn, dẫn đến khả năng tách nước ra khỏi bùn sẽ gặp nhiều khó khăn [2, 3]. Mặt khác, bùn hoạt tính thường chứa 2 đến 3% photpho (tính theo khối lượng khô), nên trong quá trình phân giải bùn bằng NaOH , thành phần photpho cũng sẽ được giải phóng ra khỏi bùn. Hỗn hợp bùn sau khi phân giải nếu được tuần hoàn trở lại hệ thống xử lý nước thải sẽ làm tăng tải lượng photpho đối với hệ thống, và có thể làm tăng nồng độ photpho trong dòng thải ra.

Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến quá trình phân giải bùn bằng NaOH . Các yếu tố được đánh giá bao gồm mức độ giải phóng COD, khả năng kết tủa photphat trong dung dịch. Khả năng tách nước của bùn sau phân giải cũng được đánh giá thông qua việc xác định thời gian lọc tách nước ra khỏi bùn.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

Đối tượng nghiên cứu

Bùn hoạt tính thải dùng cho thí nghiệm được lấy từ trạm xử lý nước thải đô thị. Hàm lượng chất rắn lơ lửng (MLSS) của bùn thải nằm trong khoảng 5000 đến 7000 mg/L. MLSS đóng vai trò quan trọng trong việc xác định hàm lượng kiềm cần sử dụng [4]. Cho nên, trong quá trình thí nghiệm, MLSS được điều chỉnh trong khoảng tương đối ổn định là 6500 mg/L bằng cách pha loãng với nước cất hoặc để lắng và tách bớt phần nước trong.

Thiết bị sử dụng

Các thí nghiệm phân giải bùn được tiến hành ở nhiệt độ phòng ($20 \pm 2^\circ\text{C}$), sử dụng thiết bị jar-test (Model SJ-10, Young Hanna Tech Co., LTD) với 6 cánh khuấy dạng mái chèo. Giai đoạn khuấy nhanh diễn ra trong 1 phút ở tốc độ 200 v/p, tiếp sau đó là khuấy chậm ở tốc độ 30 v/p với thời gian thay đổi theo yêu cầu thí nghiệm. Các loại hóa chất NaOH và $\text{Ca}(\text{OH})_2$ được hòa tan và chuẩn bị ở nồng độ đậm đặc (100 mg/mL). Hàm lượng hóa chất bổ sung thay đổi

theo mục đích thí nghiệm. Lưu ý huyền phù ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) cần được lắc đều khi sử dụng để ngăn ngừa hiện tượng lắng cặn.

Phương pháp phân tích

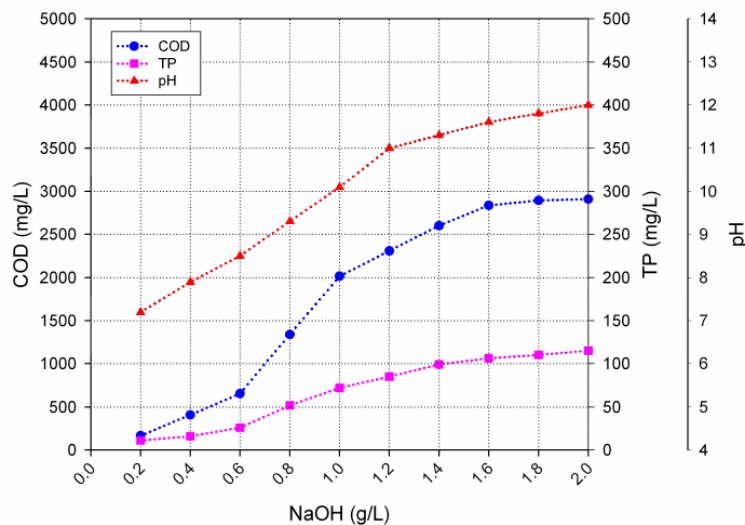
Tổng chất rắn (TSS) được xác định bằng phương pháp cân phân tích sử dụng giấy lọc sợi thủy tinh (GFC, Whatman, UK). Độ pH của các mẫu được đo bằng thiết bị Horiba Navi - pH meter (Model F-54, Japan). Thời gian lọc tách nước ra khỏi bùn được xác định bằng thiết bị CST (model - Type 304B Capillary Suction Timer, Triton Electronics Ltd., UK) sử dụng giấy lọc tiêu chuẩn (No. 17, Whatman, UK). COD và TP được xác định bằng phương pháp so màu sau khi phân giải mẫu bằng thiết bị phản ứng COD (Model DRB200, HACH Corp.) và đo bằng thiết bị Hach (Model DR/2500, USA). Trong đó, COD hòa tan được phân tích sau khi mẫu ly tâm ở 10000 v/p trong 10 phút. Các phương pháp tiêu chuẩn sử dụng trong phân tích được hướng dẫn chi tiết trong tài liệu APHA [5].

3.KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

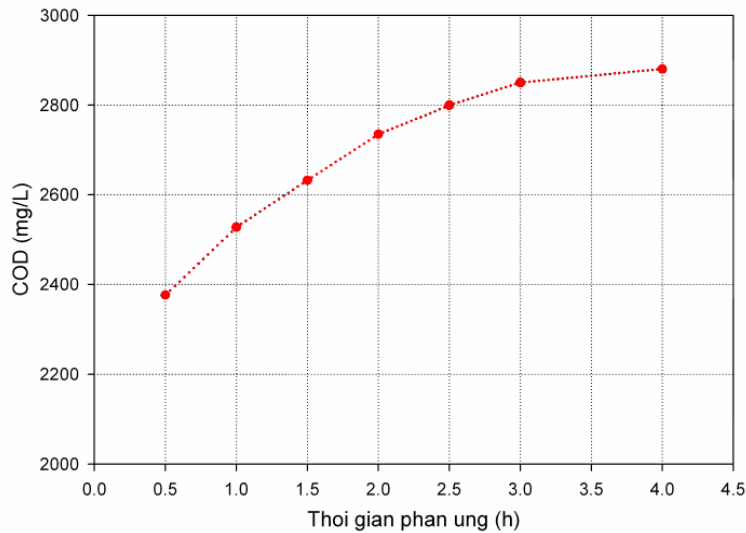
Hàm lượng NaOH và thời gian phản ứng cần thiết cho quá trình phân giải bùn

Trước hết tiến hành các thí nghiệm để xác định hàm lượng NaOH, pH tối ưu và thời gian cần thiết cho quá trình phân giải bùn. Ảnh hưởng của hàm lượng NaOH đến sự giải phóng COD, TP ra khỏi bùn và pH của hỗn hợp bùn sau khi phân giải được biểu diễn trên hình 1. Trong quá trình phân giải bùn, nồng độ COD trong dung dịch tăng lên khi tăng hàm lượng NaOH. Giá trị pH của hỗn hợp bùn ổn định ở khoảng 11,5 tương ứng với hàm lượng NaOH 1,6 g/L và COD giải phóng xác định được là 2836 mg/L. Khi tiếp tục tăng hàm lượng NaOH, nồng độ COD tăng thêm không đáng kể. Do vậy, hàm lượng NaOH tối ưu được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo là 1,6 g/L.

Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến quá trình phân giải bùn với được thể hiện trên hình 2. Với hàm lượng NaOH tối ưu (1,6 g/L), nồng độ COD tăng lên khi tăng thời gian phản ứng. Sau 30 phút phản ứng, COD xác định được là 2376 g/L. Sau 3 h, COD hòa tan thu được là 2850 mg/L. Khi thời gian phản ứng tăng lên đến 4 h, COD hòa tan thu được là 2880 mg/L. Như vậy, mức độ chênh lệch của COD (30 mg/L) trong khoảng thời gian phản ứng từ 3 h và 4 h là không đáng kể. Do đó, có thể lựa chọn thời gian phân giải bùn hiệu quả là 3 h.



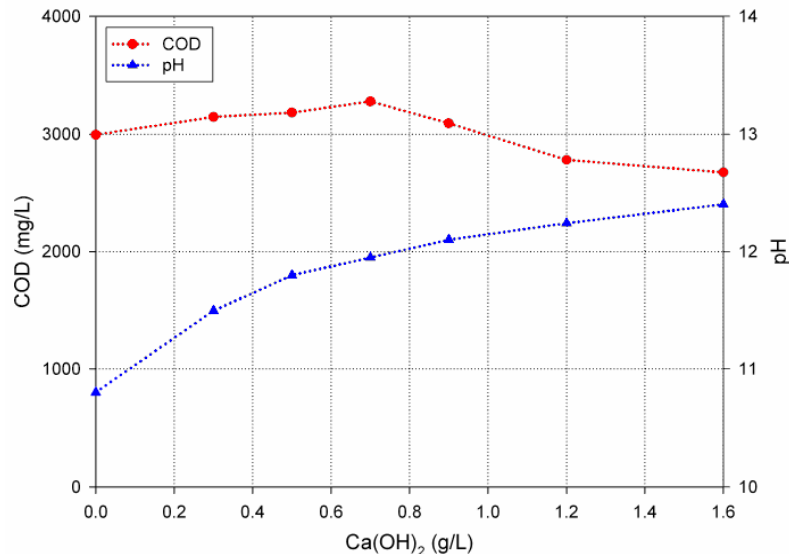
Hình 1. Ảnh hưởng của NaOH đến sự giải phóng COD và TP ra khỏi bùn



Hình 2. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến sự giải phóng COD ra khỏi bùn

Ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến sự giải phóng COD ra khỏi bùn

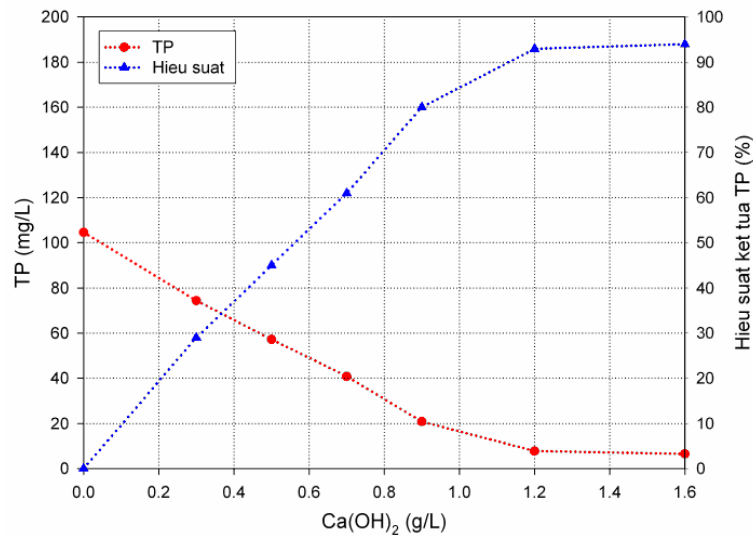
Các thí nghiệm tiếp theo được thực hiện bằng việc cố định hàm lượng NaOH (1,6 g/L) và bổ sung hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (thay đổi từ 0,3 g/L đến 1,6 g/L) để xác định ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến sự giải phóng COD từ quá trình phân giải bùn. Kết quả được thể hiện trên hình 3. Từ hình vẽ có thể thấy rõ rằng khi bổ sung $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đã làm tăng nồng độ COD. Ví dụ, COD phân giải đối với thí nghiệm đối chứng (chỉ sử dụng NaOH) là 2996 mg/L. Còn COD phân giải đối với thí nghiệm được tiến hành khi bổ sung thêm $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (0,7 g/L) tìm được là 3280 mg/L và pH của dung dịch tương ứng khoảng 11,8. Nồng độ COD tăng lên trong giai đoạn đầu có thể là do độ kiềm (pH) tăng lên và đã làm tăng cường COD phân giải. Khi tăng hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lớn hơn 0,7 g/L đã làm suy giảm nồng độ COD. Với hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1,6 g/L, nồng độ COD tìm được là 2672 mg/L. Sự suy giảm nồng độ COD khi tăng hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ có thể là do một phần COD đã bị kết tủa với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và lắng cùng với bùn.



Hình 3. Ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến quá trình giải phóng COD và pH của hỗn hợp bùn

Ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến sự giải phóng và khả năng kết tủa TP

Quá trình phân giải (coi như quá trình tiền xử lý) bùn hoạt tính luôn kèm theo sự giải phóng photpho ra khỏi bùn và đi vào dung dịch [6]. Sau quá trình tiền xử lý, thông thường hỗn hợp bùn sẽ được đưa trở lại thiết bị phản ứng sinh học để tiếp tục phân hủy. Khi đó, nồng độ photpho trong dòng thải ra có thể tăng lên do tải lượng photpho đầu vào tăng lên vì đã phải cộng thêm lượng photpho giải phóng từ bùn. Vì thế, cần thiết phải khử lượng photpho giải phóng từ bùn phân giải trước khi đưa trở lại vào dòng xử lý chính.



Hình 4. Ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến quá trình giải phóng và kết tủa photpho

Khi bổ sung $\text{Ca}(\text{OH})_2$ có khả năng tạo kết tủa với photphat. Hình 4 cho thấy ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến quá trình kết tủa TP. Với thí nghiệm đối chứng (bùn phân giải bằng NaOH), nồng độ TP trong phần dung dịch xác định được là 104,5 mg/L. Từ hình vẽ có thể thấy rằng, TP đã giảm dần khi tăng hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Đối với trường hợp này hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thấp nhất (0,3 g/L) thì nồng độ TP trong dung dịch tìm được là 74,5 mg/L, tương ứng với hiệu suất kết tủa TP đạt 29%. Trong khi đó, đối với hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lớn nhất (1,6 g/L) thì nồng độ TP trong dung dịch tìm được là 6,5 mg/L, tương ứng với hiệu suất kết tủa TP đạt 94%. Khi bổ sung hàm lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tối ưu (0,7 g/L), hiệu suất kết tủa TP thu được là 61%.

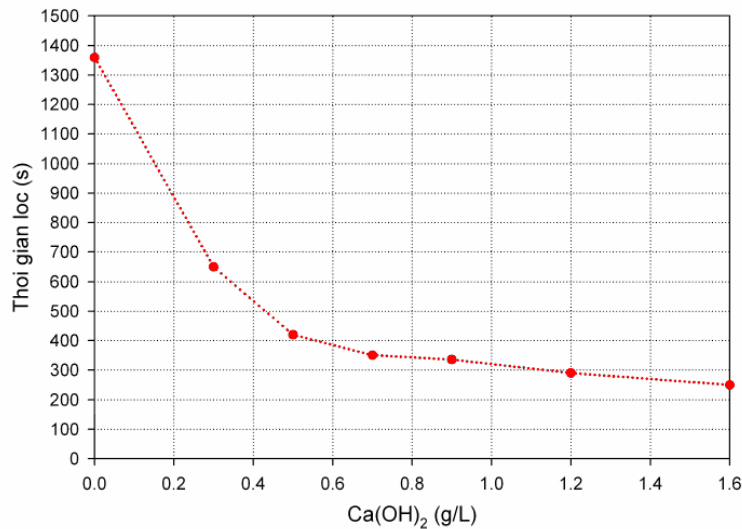
Ảnh hưởng của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đến khả năng tách nước của bùn

Một trong những nhược điểm liên quan đến quá trình phân giải bùn bằng NaOH là làm cho bùn có khả năng lắng và tách nước kém [7]. Tuy nhiên, hạn chế đó có thể được khắc phục khi sử dụng phương thức kết hợp với chất kiềm khác (ví dụ sử dụng $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Thông thường, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ được dùng làm chất ổn định bùn trong các nhà máy xử lý nước thải để tăng khả năng lắng và khả năng tách nước của bùn [2].

Thời gian lọc tách nước ra khỏi bùn được xác định bằng thiết bị CST và được biểu diễn trên hình 5. Đối với mẫu bùn chỉ được xử lý bằng NaOH (không bổ sung $\text{Ca}(\text{OH})_2$), thời gian lọc tách nước tương ứng là 1360 s. Giá trị thu được trong nghiên cứu này tương đối cao, có thể so sánh được với các kết quả của một số tác giả khác, khi sử dụng NaOH để tiến hành phân giải bùn [7, 8]. Khi hàm lượng Na^+ dư thừa trong hệ thống bùn hoạt tính đã làm giảm khả năng lắng và khả năng tách nước của bùn, nguyên nhân là do quá trình trao đổi ion của các cation hóa trị 2 (Me^{2+}) trong bông bùn với các ion Na^+ [9].

Sau khi bổ sung $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào thí nghiệm, thời gian lọc tách nước đã giảm nhanh. Với hàm lượng sữa vôi 0,3 g/L, thời gian lọc xác định được là 650 s. Khi tiếp tục tăng hàm lượng

Ca(OH)_2 , thời gian lọc tiếp tục suy giảm và ổn định ở giá trị 350 s tại hàm lượng Ca(OH)_2 0,7 g/L. Thời gian lọc tách nước tại hàm lượng Ca(OH)_2 lớn nhất (1,6 g/L) xác định được là 250 s. Sự suy giảm thời gian lọc tách nước, hay nói cách khác tăng khả năng tách nước ra khỏi bùn, được giải thích là do các ion Ca^{2+} đã làm giảm thành phần của nước liên kết trong bùn, và do đó có thể làm tăng mật độ bông bùn [10]. Như vậy, bùn sau khi phân giải bằng NaOH và kết hợp với việc bổ sung Ca(OH)_2 có thể giúp cho việc quản lý bùn đạt hiệu quả hơn.



Hình 5. Ảnh hưởng của Ca(OH)_2 đến thời gian lọc tách nước ra khỏi bùn

4.KẾT LUẬN

Từ các kết quả tìm được có thể đưa ra kết luận rằng nếu chỉ sử dụng NaOH làm tác nhân để phân giải bùn sẽ dẫn đến lượng TP giải phóng cao và cũng làm cho bùn khó quản lý hơn vì khả năng lắng và tách nước kém. Việc giảm bùn bằng việc sử dụng kết hợp NaOH (1,6 g/L) và Ca(OH)_2 (0,7 g/L) là một lựa chọn tốt hơn so với việc xử lý bùn bằng NaOH đơn lẻ. Việc bổ sung Ca(OH)_2 (0,7 g/L) cũng góp phần làm tăng khả năng hòa tan của bùn. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng hàm lượng Ca(OH)_2 đã làm cho một phần COD bị kết tủa. Việc bổ sung Ca(OH)_2 đã làm giảm TP trong dung dịch tách ra từ hỗn hợp bùn sau phân giải. Đồng thời, Ca(OH)_2 đã làm giảm đáng kể thời gian lọc tách nước ra khỏi bùn, làm cho việc quản lý bùn trở lên dễ dàng hơn.

EFFECTS OF LIME ON THE DIGESTION OF WASTE ACTIVATED SLUDGE USING SODIUM HYDROXIDE

Đỗ Khắc Uẩn^(1,2), Rajesh banu J.⁽¹⁾, Đặng Kim Chi⁽²⁾, Ick-Tae Yeom⁽¹⁾

(1) Sungkyunkwan University, Korea

(2) Hanoi University of Technology

ABSTRACT: In this study, the effects of lime addition on the sludge digestion by sodium hydroxide were investigated. The optimum dosage and time required for sludge digestion using only NaOH were found to be 1.6 g/L and 3 hours, respectively. At the optimised condition, lime was added at varying concentration (0.3 g/L to 1.6 g/L). As a result, soluble COD was

increased when increasing lime dosage upto 0,7g/L. However when lime dosage was higher than 0,7g/L, a part of soluble COD was precipitated. Similarly, at lime dosage of 0,7g/L the phosphorus precipitation efficiency was approximately 61%. The capillary suction time of the digested sludge was reduced from 1360 s to 350 s as compared with the control sample. In conclusion, the combined alkali digestion not only prevent the TP increase in the effluent but also decreased the time to filter thus makes the digested sludge more easy to manage.

Keywords: Sludge digestion, time to filter, phosphorus precipitation.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Rocher M., Goma G., Begue A.P., Louvel L. and Rols J.L., *Towards an reduction in excess sludge production in activated sludge process*, App. Microbiol & Biotechnol., 51: 883-890 (1999).
- [2]. Higgins M.J. and Novak J.T., *The effect of cations on the settling and dewatering of activated sludges: laboratory results*, Water Environ. Res., 69:215–224 (1997).
- [3]. Murthy S.N., Novak I.J., de Hass. DW., *Monitoring cations so predict and improve activated sludge settling and dewater properties of an industrial wastewater*, Water Sci. and Technol., 38:119-130 (1988).
- [4]. Shuzo T., Toshio K., Kenichi K. and Bildan, *Effects of thermochemcial pre-treatment on the anaerobic digestion of waste activated sludge*, Water Sci. Tech., 35:209-215 (1997).
- [5]. APHA, *Standard methods for examining water and wastewaters*, 21st Edition, American Public Health Association Press, Washington, DC, USA, (2005).
- [6]. Nishimura F., *Alteration and reduction characteristics of activated sludge by ozonation*, Adv. Asian Environ. Eng., 1:18-23 (2001).
- [7]. Bruus J.H., Nielsen P.H. and Keiding K., *On the stability of activated sludge flocs with implications to dewatering*, Water Res., 26:1597-1604 (1992).
- [8]. Higgins M.J. and Novak J.T., *Dewatering and settling of activated sludges: The case for using cation analysis*, Water Environ. Res., 69:225–232 (1997).
- [9]. Novak J.T., Love N.G., Smith M.L. and Wheeler E.R., *The effect of cationic salt addition on the settling and dewatering properties of an industrial activated sludge*, Water Environ. Res., 70:984–996 (1998).
- [10]. Neyens E., Baeyens J. and Creemers C., *Alkaline thermal sludge hydrolysis*, J. Hazard. Mater., 97:295-314 (2003).