



جامعة الموصل
كلية الهندسة

فاعلية تقنية التخثير الكهربائي في إزالة بعض الملوثات من مياه صرف مصنعة

رسالة تقدمت بها

ذرى عزام عبد محمود الحمداني

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة المدنية / بيئة

بإشراف

الأستاذ المساعد

مصعب عبد الجبار عبد الباقي

Abstract

In this research, the effect of electrocoagulation technique on the removal of organic matters (COD), Orthophosphate Phosphorous ($\text{PO}_4\text{-P}$), Ammonia Nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) and Total Solids (TS) of synthetic wastewater as dependent variables have been conducted. An electrocoagulation experimental system of a continuous flow were designed and operated. It consists of a (2L) fixed volume reactor, flocculation and settling tanks of varying volumes due to changing the discharges with the electrocoagulation times. Aluminum plates for both anode (3 plates) and cathode (4 plates) were used. Their dimensions (17×8) cm for submerged part of the plate were fixed. The space between the plates at (1 cm) and the influent temperature of (20°C) was maintained.

The experimental variables include the initial pollutant concentration, electrocoagulation time and electrical current value passing through the plates as independent variables. Synthetic wastewater samples of different COD values (50, 125, 250, 500 and 1000 mg/l), Phosphorous values (3, 5, 7, 9.5 and 12 mg/l) and Ammonia Nitrogen of (5, 10, 20, 35 and 55 mg/l) were laboratory prepared. All samples under variable direct current of (0.25, 0.5, 1, 2 and 4 amp.) and detention time of (1.5, 5, 10 and 20 minutes) were tested. All of these parameters effect on the removal efficiency of impurities was investigated. As well as, the effect of the listed parameters on the pH values, electric conductivity (E_c), the operational costs and consumed electrical power in the research were studied. The statistical analysis for testing the relationships between independent and dependent variables were conducted. Also, the best electrical current value and electrocoagulation time that satisfy effective and of low cost removal ratio was calculated.

The results showed that there is an increase in COD, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ and TS removal efficiency as raising the current value (0.25 to 2) amp. and electrocoagulation duration for all initial pollutant concentrations. Whereas, the removal efficiency was decreased as initial COD, $\text{PO}_4\text{-P}$ and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations increased. The higher COD, $\text{PO}_4\text{-P}$ and $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency value were listed at (2) amp. current value, and detention time (20) min, and the $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency still low. The research elucidated that the efficiency of electrocoagulation technique at higher current value, (4) amp., was ineffective.

For discharge criteria, they could be fully satisfied for (125) mg/l, partially at specific operational conditions (250) and (500) mg/l and failed at (1000) mg/l COD initial concentrations. For phosphorous, only (3) mg/l concentration was fully fit and partially with variation in operating conditions in other concentrations.

A reported values showed that (10) min. coagulation time and (2) amp. current value was the best listed operational parameters for all COD and $\text{NH}_3\text{-N}$ initial concentrations. A (5) min. coagulation time and (1) amp. current value was the best condition for all $\text{PO}_4\text{-P}$ concentrations.

Also, an increasing of electrical current value and/or electrocoagulation time led to increase (pH) and decreasing (Ec) values for the treated wastewater samples.

A multiple linear regression, as statistical analysis, was used. At the (1%) confidence level, all dependent variables had high significant values. The analysis demonstrated that electrocoagulation time, electric current value and initial pollutant concentration had the highest effect ranking on COD removal respectively, whereas, electric current value, electrocoagulation time, and initial pollutant concentration were for both $\text{PO}_4\text{-P}$ and $\text{NH}_3\text{-N}$ respectively.

University of Mosul
College of Engineering



Activity of Electrocoagulation Technique in Removing Some Pollutants from Synthetic Wastewater

A Thesis Submitted

By

Thura Azam Abd Mahmood Al-Hamdany

M.Sc. Thesis

In Civil Engineering / Environment

Supervised By

Assist. Prof.

Musab Abdal-Jabar Abdal-Baqi

المستخلص بلغة الرسالة

تم في هذا البحث دراسة تأثير استخدام تقنية التخثير الكهربائي في إزالة كل من المادة العضوية (COD) وفسفور الأورثوفوسفات ($\text{PO}_4\text{-P}$) ونيتروجين الأمونيا (NH_3) والمواد الصلبة الكلية (TS) من مياه فضلات اصطناعية، إذ تم تصميم وتشغيل نظام تخثير كهربائي مخبري ذي جريان مستمر يتكون من حوض تخثير كهربائي بحجم ثابت (2) لتر وحوض تلييد وحوض ترسيب بأحجام مختلفة تتغير مع تغاير التصريف الناتج من تغير زمن التخثير الكهربائي، واستخدمت (3 صفائح) للقطب الموجب و (4 صفائح) للقطب السالب من مادة الألمنيوم لكلا القطبين، بأبعاد ثابتة مقدارها (8×17) سم للمساحة المغمورة من الصفيحة الواحدة وبثبتت المسافة بين الصفائح بمقدار (1) سم ودرجة حرارة مياه الفضلات الداخلة لحوض التخثير الكهربائي (20) درجة مئوية.

أما متغيرات البحث فشملت التركيز الأولي للشائبة وزمن التخثير الكهربائي والتيار الكهربائي المستمر الذي يمر خلال الأقطاب الكهربائية، إذ تم تحضير نماذج مصنعة مختبرياً من مياه الفضلات بتركيز من COD (50, 125, 250, 500, 1000) ملغم/لتر، وفسفور (3, 5, 7, 9.5, 12) ملغم/لتر، ونيترات الأمونيا (5, 10, 20, 35, 55) ملغم/لتر، وإخضاعها لمستويات من التيار المستمر (0.25, 0.5, 1, 2, 4) أمبير، وزمن تخثير كهربائي (1.5, 5, 10, 20) دقيقة، وفضلاً عن دراسة تأثير هذه العوامل على إزالة الشوائب المشمولة في البحث، فقد تم قياس تأثير متغيرات البحث على الاس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية للماء المعالج فضلاً عن بحث الكلفة والطاقة الكهربائية المستهلكة خلال العملية، كما تم في البحث توثيق وتقييم العلاقة بين المتغيرات المستقلة الثلاثة المذكورة أعلاه والمتغيرات المعتمدة وهي كفاءة إزالة ($\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, COD) من خلال التحليل الإحصائي، وإيجاد التيار الكهربائي وزمن التخثير الكهربائي الأفضلين لتحقيق إزالة كفوءة بكلف معتدلة.

أظهرت النتائج زيادة كفاءة إزالة الـ $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, COD مع زيادة التيار من (0.25 إلى 2) أمبير ومع زيادة زمن التخثير الكهربائي للتراكيز الأولية كافة من الملوثات، بينما انخفضت كفاءة الإزالة مع زيادة التركيز الأولي لكل من $\text{NH}_3\text{-N}$ و $\text{PO}_4\text{-P}$, COD . وكانت أعلى كفاءة إزالة لـ COD , $\text{NH}_3\text{-N}$ و $\text{PO}_4\text{-P}$ عند تيار (2) أمبير وزمن تخثير (20) دقيقة، ومع ذلك كانت الكفاءة المتعلقة بإزالة ($\text{NH}_3\text{-N}$) منخفضة. كما تبين من النتائج أن تقنية التخثير الكهربائي غير كفوءة عند التيارات العالية (4) أمبير في إزالة الملوثات المتأولة في الدراسة كافة. كما أثبتت النتائج تحقق مواصفات الطرح لـ COD عند التركيز الأولي (125) ملغم/لتر، في الوقت نفسه تحققت المواصفات لتراكيز أولية (250 و 500) ملغم/لتر عند ظروف تشغيلية محددة، في حين لم تتحقق تلك المواصفات عند التركيز الأولي (1000) ملغم/لتر، 5، 7، 9.5، 12) ملغم/لتر. وتبين أن مواصفات الطرح عند التركيز الأولي (3) ملغم/لتر مع وجود تباين في الظروف التشغيلية التي حققت تلك المواصفات عند التراكيز الأولية (5، 7، 9.5، 12) ملغم/لتر. وتبين أن الظروف التشغيلية الأفضل لإزالة الـ COD و $\text{NH}_3\text{-N}$ كانت عند زمن تخثير (10) دقيقة وتيار (2) أمبير وذلك عند جميع التراكيز الأولية من الملوثين، في حين وجد أن الظروف التشغيلية الأفضل لإزالة الـ $\text{PO}_4\text{-P}$ كانت عند زمن تخثير (5) دقيقة وتيار (1) أمبير عند كافة التراكيز الأولية من الملوث. أظهرت النتائج أن زيادة التيار الكهربائي و/أو زمن التشغيلية الأفضل لإزالة الـ $\text{PO}_4\text{-P}$ كانت عند زمن تخثير (5) دقيقة وتيار (1) أمبير عند كافة التراكيز الأولية من الملوث. أظهر التحليل الإحصائي الذي تم إجراؤه على النتائج المستحصلة من البحث باستخدام التخثير الكهربائي أدت إلى زيادة الـ (pH) وانخفاض الـ (Ec) لمياه الفضلات بعد المعالجة. أظهر التحليل الإحصائي الذي تم إجراؤه على النتائج المستحصلة من البحث باستخدام الانحدار الخطي المتعدد أن النماذج الرياضية للمتغيرات غير المستقلة الثلاثة هي بدرجة عالية جداً من الدلالة أو الأهمية عند مستوى ثقة واحد بالمئة، وأن المتغيرات الأكثر تأثيراً على COD هي زمن التخثير الكهربائي يليه التيار الكهربائي ثم التركيز الأولي للملوث، أما كل من $\text{PO}_4\text{-P}$ و $\text{NH}_3\text{-N}$ فإن المتغيرات الأكثر تأثيراً هي التيار الكهربائي يليه زمن التخثير الكهربائي ثم التركيز الأولي لكلا الملوثين.

١. عمر موفق محمود اليوسف
معاون العميد للشؤون العلمية
ه. الد. اساتذات العالما

**معاون العميد للشؤون العلمية
والدراسات العليا**