

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Technology



***Performance and Modeling of Aerobic
Granular Sludge Technology to Treat
Some Industrial Wastewater.***

A THESIS

SUBMITTED TO THE DEPARTMENT OF BUILDING AND CONSTRUCTIONS
ENGINEERING OF THE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AS
A PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTORATE OF PHILOSOPHY
IN
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

By

Ghufran Farooq Jumaah

B.Sc. in Civil Engineering 1995

M.Sc. in Environmental Engineering 2005

Supervised by

Prof. Dr. Mohammed Ali I. Al-Hashimi

Dr. Talib R. Abbas

July

2016

ABSTRACT

Aerobic granulation is an emerging and promising technology for intensive and high-rate biological nutrient removal from wastewater that may play role in wastewater treatment strategy.

Lab scale system was used in this study to investigate the applicability of aerobic granular sludge (AGS) technology under Iraqi conditions as well as factors affecting its performance. Using lab scale sequential batch reactor (SBR) successful granulation process was achieved to a flocculated activated sludge that was collected from a local conventional treatment plants.

Three main sets of experiments were carried out and used to investigate factors affecting AGS system performance. The first set of experiments revealed that carbon source and air superficial velocity were governing factors that dense granule structure and excellent settling properties, the best nutrient removal was achieved when sodium acetate was the carbon source and aeration rate as superficial velocity of 3.5 cm/sec. These conditions resulted in granule size distribution ranged from 4 to 10 mm and SVI of 26 ml/g after 100 days of operation period. Mixed liquor suspended solid (MLSS) was up to 4900 mg/l and COD, NH₄ and TN removal efficiencies were 97%, 98% and 92%, respectively.

The second set of experiments showed that influent wastewater salinity has an adverse impact on the characteristic of AGS system due to the creation of unsuitable environment for many bacteria species growth that reflected on the nutrient removal efficiency. When the salt concentration in the influent wastewater increased from 2000 mg/l to 10000 mg/l, removal efficiencies decreased from 94% to 68% for COD, from 91% to 52% for NH₄ and from 80% to 20% for TN, respectively. In

addition, an increase in salt concentration caused reduction of granules settling velocity and increased the SVI from 50 to 90 ml/g.

The third set of experiments proved the flexibility of AGS technology to treat refinery and dairy wastewater and could withstand the fluctuated load. COD and NH_4 removal efficiencies for oil refinery wastewater were 86% and 92%, respectively with SVI of 50 ml/g, while COD and NH_4 removal efficiencies for dairy wastewater were 80% and 82%, respectively with SVI of 70 ml/g.

Finally a mathematical model was developed in this study to describe the performance of AGS based SBR. Activated sludge model ASM3 was used to describe the biological reactions within the granule. The experimental and simulated results of COD, dissolved oxygen (DO) and NH_4 concentrations variation with time were in acceptable agreement so that it can be used to investigate the performance of the AGS system under different operating conditions and to gain insightful understanding of the system variables.

الخلاصة

يعد التحبيب الهوائي تقنية حديثة وواحدة في مجال معالجة المياه المصرفة لكفائتها في تحقيق ازالة عالية للحمل العضوي والنتروجيني من المياه المصرفة, و من الممكن أن تلعب دور مهم في ستراتيجية معالجة مياه الصرف في العراق. أن الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو لاختبار إمكانية تطبيق تقنية الحمأة الحبيبية الهوائية في العراق ومعرفة العوامل المؤثرة على ادائها. حيث تم في هذه الدراسة تحقيق عملية التحبيب الهوائي بنجاح باستخدام نظام مختبري يتكون من مفاعل الدفعات (SBR), وحمأة لبادية منشطة مأخوذة من محطات المعالجة التقليدية المحلية.

تضمن الجانب العملي انشاء ثلاثة مجموعات رئيسية من التجارب, الاولى لدراسة تأثير مصدر الكربون وسرعة التهوية على عملية التحبيب الهوائي, فقد بينت النتائج ان افضل ازالة للحمل العضوي والنتروجيني تحققت باستخدام الاستيت وبسرعة تهوية 3.5 سم /ثا والتي اعطت كفاءة ازالة 97%, 98% و92% لكل من ال (COD, NH₄, TN) على التوالي وتوزيع حبيبا تراوح بين (4-10) ملم وبتركيز اعلى من 4900 ملغم/ لتر للكتلة الحية (MLSS), اضافة الى سرعة ترسيب عالية حيث كان المعامل الحجمي للحمأة الحبيبية (SVI) 26 مل/غم .

اما المجموعة الثانية من التجارب فقد هدفت لدراسة تأثير ملوحة مياه الصرف المالحة على خواص واداء الحمأة الحبيبية الهوائية, حيث بينت النتائج التأثير السلبي للاملاح على عملية التحبيب الهوائي لانها تتسبب في توفير بيئه غير مناسبة للانصاف البكتيرية المسؤولة عن تكوين الحمأة الحبيبية الهوائية وبالتالي انخفاض كفاءة الازالة للحمل العضوي والنتروجيني. فقد تبين ان زيادة تراكيز الاملاح من 2000 ملغم /لتر الى 10000 ملغم/لتر ادى الى انخفاض كفاءة الازالة من 94% الى 68% من المتطلب الكيميائي للاوكسجين (COD), من 91% الى 52% من الامونيوم (NH₄-N) ومن 80% الى 20% من النتروجين الكلي (TN), اضافة الى انخفاض سرعة الترسيب وزيادة (SVI) من 50 مل/غم الى 90 مل/غم.

وفيما يخص المجموعة الثالثة من التجارب فقد كانت لاثبات إمكانية استخدام تقنية الحمأة الحبيبية الهوائية في معالجة مياه الصرف الصناعية مثل مياه المخلفات لصناعة الالبان والصناعات النفطية باستخدام مفاعل الدفعات (SBR) وحمأة منشطه مأخوذة من محطات المعالجة التقليدية في بغداد حيث بينت النتائج نجاح هذه التقنية بتحقيق كفاءة ازالة 86%, 92% لل (COD, NH₄-N) وعلى التوالي وبسرعة ترسيب عالية حيث كان المعامل الحجمي للحمأة (SVI) 50 مل/غم بالنسبة لمياه المخلفات الصناعية النفطية, بينما كانت كفاءة الازالة من

(COD, NH₄-N) لمياه مخلفات صناعة الالبان 80% و 82% وعلى التوالي مع معامل حجمي للحمأة (SVI) 70 مل/غم .

واخيرا فقد تم تطوير موديل رياضي في هذه الدراسة لوصف اداء الحمأة الحبيبية في مفاعل الدفعات (SBR) وتم استخدام موديل الحمأة المنشطة (ASM3) لوصف التأثيرات البايولوجية خلال الحبيبه. تم قياس ثلاثة من العوامل الديناميكية الأكثر تأثيرا في الموديل الرياضي إضافة الى معامل الأنتقال الكتلي للأوكسجين من خلال مجموعة إضافية من التجارب المختبرية. وقد حققت نتائج الموديل تقاربا ملحوظا بين النتائج المختبرية ونتائج المعايرة لكل من المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD), الأوكسجين الذائب (DO) والامونيوم (NH₄-N), مما يشير الى امكانية استخدام هذا الموديل للحصول على فهم أكثر عمقا عن اداء الحمأة الحبيبية الهوائية.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والأنشاءات

الاداء والنمذجة لتقنية الحماية الحبيبية الهوائية في معالجة بعض مياه الصرف الصناعي

رسالة مقدمة إلى

قسم هندسة البناء والأنشاءات في الجامعة التكنولوجية كجزء من متطلبات نيل

درجة الدكتوراه فلسفة في هندسة البيئة

من قبل

غفران فاروق جمعة

بكالوريوس هندسة مدني 1995

ماجستير هندسة بيئة 2005

أشرف

د. طالب رشيد عباس

أ. د. محمد علي إبراهيم الهاشمي

تموز 2016