การกำจัดเหล็กในน้ำบาดาลโดยวิธีไฟฟ้า

นาย มนตรี อุทัยภัตรากูร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
แผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๑๗

002307

i 16983968

IRON REMOVAL FROM UNDERGROUND WATER BY ELECTRICAL MEANS

MR. MONTRI UTHAIPHATTRAKUL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1974

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดเหล็กในน้ำบาดาลโดยวิธีไฟฟ้า
ชื่อ นายมนตรี อุทัยภัตรากูร แผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2516

บทคัดย่อ

การศึกษาการขจัดเหล็กออกจากน้ำบาดาลโดยวิธีไฟฟ้านี้ เพื่อศึกษาถึงการนำเอาไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ในการขจัดเหล็กที่ละลายอยู่ในน้ำ น้ำที่มีเหล็กละลายอยู่มากจะทำให้เกิดกลิ่น เป็นสีสนิมตามเนื้อผ้า และทำให้เครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ มีสีของสนิมติดอยู่ นอกจากนี้ ตะกอนของเหล็กอาจจับอยู่ตามท่อส่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อน้ำที่เข้าสู่หม้อไอน้ำ ซึ่งอาจทำให้หม้อน้ำระเบิดได้

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สร้างและปรับปรุงขึ้นโดย อาจารย์สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์ เครื่องมือนี้สามารถทำให้เหล็กตกตะกอนลงมาได้ ส่วนประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อการขจัดเหล็กได้แก่ Alkalinity, Flow rate และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

เวลาของการตกตะกอนจะเปลี่ยนไป ขึ้นอยู่กับขนาดของ Floc และจำนวน Alkalinity เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนอยู่ในช่วงระหว่าง 2–5 ชั่วโมง โดยมี Alkalinity อยู่ในระหว่าง 106.6 – 350 ppm ตะกอนที่ตกลงมานี้ สามารถกรองออกได้ง่าย โดยใช้ sand filter.

เหล็กที่ละลายอยู่ในน้ำบาดาลที่มี Alkalinity 380 mg/l และเหล็ก 1.5 mg/l ถูกขจัดออกได้ถึง 98.33% ที่ flow rate 2.7 ลิตรต่อนาที และใช้พลังงาน 60 วัตต์

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Engineering.

B. Tamthai
.....
Dean of the Graduate School

Thesis Committee ..... Chairman

Arnon Sorathes

Amnachai Champa

Paipan Phornprapha

Co - Supervisor ..... Suwan Sangpetch

Thesis Supervisor ..... Thira Kast

Thesis Itile Iron Removal from Underground Water by Electrical Means.

Name Montri Uthaiphattrakul

Department of Sanitary Engineering.

Academic Year 1973

ABSTRACT

The study of iron removal from underground water by electrical means make availability of electricity in removing dissolved iron which is undesirable to water users because of odor, stain on clothes and fixtures and creating a deposit of ferric oxide in pipes and boilers which may cause an explosion

The mechanisms, which is designed and developed by Prof. Suwan Sangpetch, can remove the soluble iron from underground water by precipitation. The factors that affect the iron removal are alkalinity, energy use and flow rate etc.

The settling time of the precipitate is varied with the size of floc and alkalinity. The settling time of floc range from 120 mins to 5 hrs., with the range of alkalinity from 380 ppm to 106.6 ppm. The floc can be removed easily by passing treated water through sand filter.

The dissolved iron in the ground water sample with 380 ppm alkalinity and 1.5 ppm iron can be removed upto 98.33% at the flow rate of 2.7 l/min and energy use of 60 watts.

ACKNOWLEDGEMENT

I am indebted to assistance of the faculty and in particular to Mr. Theera Karot my supervisor and Asst. Prof. Dr. Surin Setamanit my fore-supervisor who patiently guided me to work out this research.

I also wish to acknowledge my debt to Prof. Suwan Sangpetch my co-supervisor who has provided me the research equipments and advised me in electrical.

A sincere gratitude is due to Mrs. Paipan Phronprapha and Dr. Pertpane Kanatarana for the valuable advices.

TABLE OF CONTENT

TItle page

Title Page..... i

Thesis Approval..... iii

Abstract in Thai..... iv

Abstract in English..... v

Acknowledgements..... vi

Table of Contents.....vii

Table of Figures and Tables..... x

CHAPTER I

Introduction..... 1

Purpose of Research..... 2

Experimental Investigation..... 3

CHAPTER II THEORETICAL CONSIDERATION

2.1 Chemistry of Iron..... 4

2.2 Kinetics of Redox Reaction of Iron..... 4

2.3 Factor Influencing Iron Removal..... 8

2.3.1 Solubility of Hydroxide of Iron.. 8

2.3.2 Ionization of Water..... 12

2.4 Hydrolysis of Ferric Iron..... 12

2.5 Effect of Alkalinity to the Formation of Floc..... 14

2.6 Formation of Floc..... 15

2.7 Nature of Zeta Potential..... 16

2.8 Electrohydraulic Effect..... 16

Title page

2.9 Electrophoretic Clarification of Water..... 20

2.10 Spaulding Precipitator..... 22

2.11 Mechanism of Electric Field Column..... 25

CHAPTER III

Design of Experiments..... 26

Required Equipments..... 26

Methods of Analysis..... 27

CHAPTER IV RESULT..... 33

Characteristics of Ground Water..... 33

Characteristics of Synthetic Water..... 35

Flow Rate and Percentage of Iron Removal..... 36

Energy Use and Percentage of Iron Removal..... 40

Flow Rate and Effluent Water Temperature..... 43

Conductivity and Percentage of Iron Removal..... 46

Flow Rate and Effluent pH..... 46

Alkalinity and Percentage of Iron Removal..... 46

CHAPTER V DISCUSSION..... 51

5.1 Flow Rate and Percentage of Iron Removal..... 52

5.2 Energy Use and Percentage of Iron Removal.... 55

5.3 Alkalinity and Percentage of Iron Removal..... 55

5.4 pH..... 57

5.5 Temperature..... 59

5.6 Application..... 62

CHAPTER VI CONCLUSIONS..... 64

(continued)

Title	page
RECOMMENDATION FOR FURTURE RESEARCH.....	66
REFERENCES.....	67
APPENDIX.....	70
VITA.....	95

TABLE OF FIGURES AND TABLES

Figure. page

1. Solubility of Iron in Relation to pH and Eh.... 5
2. Stability Field Diagram..... 6
3. Solubility of $Fe(OH)_3(s)$..... 9
4. Solubility of Ferrous Iron in Carbonate Bearing Water..... 10
5. Equilibium Constant and Temp. Curve for Ionization of Water..... 13
6. Colloidal Particle With Zeta Potential..... 17
7. Eleetohydraulic System..... 18
8. Shock Wave Used for Shearing Metal..... 19
9. Power Unit Schematic Diagram..... 21
10. Schematic Diagram of Pilot Plant..... 24
11. Schematic Diagram of the Fe Removal by Electrical Means..... 28
12 Vibrator Control and Electric Field Column..... 29
13¢ Isolated Transformer..... 30
14. Photometic Analyzer..... 31
15. Laboratory Scale Plant..... 32
17 - 19. Flow Rate and Percentage of Iron Removal curve..... 37
20 - 21 Energy Use and Percentage of Iron Removal Curve..... 41
22 - 22a. Flow Rate and Effluent Temperature Curve. 44
23 - 24 Flow Rate and Effluent pH Curve..... 47

(continued)

Figure page

25. Alkalinity and Percentage of Iron Removal Curve. 49

26. Conductivity and Percentage of Iron Removal Curve.50

27. Relation of Flow Rate, Residual Alkalinity and Percentage of Iron Removal..... 53

28 Relation of Energy Use, Residual Alkalinity and Percentage of Iron Removal..... 54

29. Flow Rate and Percentage of Iron Removal Curve and Estimates Cost Curve..... 63

Table page

I Equilibium Contants..... 11

II Chemical Use in the Spaulding Precipitator..... 23

III Characteristics of Ground Water..... 34

V Characteristics of Synthetic Water..... 35

VI Detention Time and Flow Rate..... 52

VII Power Supplied and Percentage of Iron Removal... 55

VIII Alkalinity and Percentage of Iron Removal..... 56

IX Fluctuation of pH in the influent and the effluent of the Ground Water..... 58

X Relation of Flow Rate, Energy Use and Effluent Tem Temperature..... 60

XI Effluent Temperature and Percentage of Hardness Removal..... 61