

**THE USE OF POTASSIUM PERMANGANATE FOR IRON REMOVAL
IN WATER TREATMENT**

004559

Mr. Watana Yukpan



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Sanitary Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1973**

(i)

i 172681A x

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

B. Tamthas

Dean of the Graduate School

Thesis Committee

Chairman

Thesis Advisor

Asst. Prof. Sutchai Champa

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

B. Tamthai

Dean of the Graduate School

Thesis Committee

Chairman

Thesis Advisor

Asst. Prof. Sutchai Champa

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his sincere thanks to his thesis advisor, Asst. Prof. Sutchai Champa for her valuable advice and encouragement throughout the course of this research.

Special thanks are also due to the Graduate School for providing the research grant.

Finally, he would like to express his appreciation to all his friends who have helped in the preparation and typing this manuscript.



หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้ค่างทับทิมกำจัดเหล็กในการผลิตน้ำประปา
ชื่อ นายวัฒนา ยุกแผน แผนกวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา ๒๕๑๖

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับการกำจัดเหล็กซึ่งละลายอยู่ในน้ำบาดาล โดยใช้ค่างทับทิม การหาปริมาณของค่างทับทิมที่ต้องการใช้ในการกำจัดเหล็ก กระทำโดยใช้วิธีจาร์เทสต์ และปรากฏผลว่า ค่างทับทิม ๑ ส่วน จะทำปฏิกิริยากำจัดเหล็กในน้ำได้ ๑.๖๖ ส่วน ซึ่งแตกต่างกับผลทางทฤษฎี เพราะตามทฤษฎี ค่างทับทิม ๑ ส่วน จะทำปฏิกิริยากำจัดเหล็กในน้ำได้ ๑.๐๖ ส่วน เท่านั้น

การทดลองเกี่ยวกับหน่วยเครื่องกรอง กระทำเพื่อหาประสิทธิภาพของวิธีการข้างต้นเพื่อนำไปใช้งานจริง โดยใช้ซีเถ้าแกลบและเกล็ดค่านหิน เป็นชั้นกรองในการกรอง การศึกษามุ่งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็ก, ความขุ่น, ความกระด้าง, สภาพความเป็นค่างของน้ำ นอกจากนั้นยังศึกษาถึงความคั้นของน้ำที่หายไปภายหลังจากที่ผ่านเครื่องกรองแล้ว

สรุปผลได้ว่า ภายหลังจากการใช้ค่างทับทิมกำจัดเหล็กในน้ำแล้ว เครื่องกรองซึ่งมีซีเถ้าแกลบหรือเกล็ดค่านหินเป็นชั้นกรองสามารถนำมาใช้ในการกรองน้ำนั้นได้เป็นอย่างดี เป็นวิธีการที่ประหยัดและสะดวกต่อการใช้งาน .



Thesis Title The Use of Potassium Permanganate for Iron
Removal in Water Treatment

Name Mr. Watana Yukpan Department Sanitary Engineering

Academic Year 1973

ABSTRACT

The use of potassium permanganate was considered for removal of soluble iron in ground water supply which was the problem in rural areas. Potassium permanganate demand was determined by means of conventional jar tests. In practice, 1 mg/l of potassium permanganate will oxidise 1.66 mg/l of soluble ferrous iron to insoluble ferric form whilst theoretically, only 1 : 1.06 was required.

A laboratory scale filtration unit was also designed to investigate the feasibility and applicability of using potassium permanganate for iron removal. Local burnt rice husk or anthracite was selected as single filter medium in the filter performance. The variables and parameters considered were total and dissolved iron, turbidity, head loss, duration of filter run, total hardness and alkalinity.

Potassium permanganate coagulation accommodated with filtration using local burnt rice husk or anthracite was feasible, sound and economical for iron removal. The provision of oxidation and filtration units was easy to handle and operate in rural area.



TABLE OF CONTENTS

<u>CHAPTER</u>	<u>TITLE</u>	<u>PAGE</u>
	Title Page	i
	Thesis Approval	ii
	Acknowledgements	iii
	Abstract	iv
	Table of Contents	v
	List of Tables	vii
	List of Figures	ix
I	INTRODUCTION	1
	Purpose of Study	10
	Scope of Study	10
II	LITERATURE REVIEW	12
	Iron and Manganese Removal	13
	Taste and Odor Control.	18
	Economic Considerations	21
	Dosage Control	22
	Slow Sand Filtration	22
	Alternative Media for Slow-Sand Filters	23
	Design of Experimental Filters	24
III	THEORETICAL CONSIDERATIONS	26
	Mechanism of Solution of Iron	26
	Factors Influencing Iron Removal ...	26



TABLE OF CONTENTS (Cont'd)

<u>CHAPTER</u>	<u>TITLE</u>	<u>PAGE</u>
IV	EXPERIMENTAL INVESTIGATION	35
	Design of Experimental Filters	35
	Conventional Jar Test Experiments ...	39
	Materials and Equipment Utilized	43
	Procedure and Analytical Methods	43
V	EXPERIMENTAL RESULTS	48
	Conventional Jar Test Experimentations	48
	Filtration Experimentations	60
VI	DISCUSSION OF RESULTS	95
VII	CONCLUSIONS	99
	RECOMMENDATIONS FOR FUTURE WORK	101
	REFERENCES	102
	APPENDIX A	105
	APPENDIX B	117
	APPENDIX C	124





LIST OF TABLES

<u>TABLE</u>	<u>TITLE</u>	<u>PAGE</u>
I	The Iron Concentration in various ground water wells in Thailand	6
II	Equilibria for Iron, after GHOSH (1965)	30
III	Physical and Chemical Characteristics of Raw, Aerated, and Finished Waters after Treatment with alum and lime.	34
1 - 5	Chemical Analysis of Ground Water during Jar Test	48
6	Total Iron Concentration in Effluent water (Anthracite media)	60
7	Filter Performance of Anthracite Media	62
8	Turbidity of Influent and Effluent water	63
9	pH of Effluent water (Anthracite)	64
10	Alkalinity of Effluent water (Anthracite)	65
11	Hardness of Effluent water (Anthracite)	66
12	Total Iron Concentration in Effluent water (Burnt Rice Husk)	72
13	Filter Performance of Burnt Rice Husk	74
14	Turbidity of Influent and Effluent water (Burnt Rice Husk)	76
15	Alkalinity of Effluent water (Burnt Rice Husk)	77
16	pH of Effluent water (Burnt Rice Husk)	78
17	Hardness of Effluent (Burnt Rice Husk)	79

LIST OF TABLES (Cont'd)

<u>TABLE</u>	<u>TITLE</u>	<u>PAGE</u>
18	Summary of Results in Filter Performance	85
19	Comparison of Coliform Removal	89
20	Iron Concentration in Ground Water in Thailand form Division of Ground Water, Department of Mineral Resources	105
21	Iron Concentration in Ground Water of Thailand form Department of Public and Municipal Works	117
22	Characteristics of Natural ground water from Metropolitan Water Works Authority	124



LIST OF FIGURES

<u>FIGURE</u>	<u>TITLE</u>	<u>PAGE</u>
I	Map Showing Iron Concentration in Ground Water in Thailand	4
II	Solubility of $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$	31
III	Solubility of $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ in a Non - Carbonate Non - Sulfide Solution	32
IV	Solubility of Ferrous Iron in a Carbonate Bearing Water	33
V	Schematic Flow Diagram of the Pilot Plant	36
VI	Detail of Experimental Filter	37
VII	Experimental Set up of Filter Unit	38





LIST OF FIGURES (Cont'd)

<u>FIGURE</u>	<u>TITLE</u>	<u>PAGE</u>
1	Conventional Jar Test Apparatus	40
2	Experimental Set - up of Filter Unit	41
3	Manometer Board	41
4	Raw Water Storage Tank	42
5	Mixing Tank with Electric Stirrer	42
6	Comparison of Anthracite Grain and Burnt Rice Husk	44
7	Hach Turbidimeter	47
8	DELTA SCIENTIFIC Photometric Analyzer.	47
9 - 13	Relationship between $KMnO_4$ Dosage and Dissolved Iron Residual in Tested Water	49
14	Comparison of Theoretical and Practical Potassium Permanganate Demand Curve	58
15	Result after Jar Test Experiment	59
16	Comparison of Effluent and Influent Water	59
17	Iron Concentration in Effluent Water	61
18 - 22	Filter Performance of Anthracite Media	67
23	Iron Concentrations in Effluent Water	73
24 - 28	Filter Performance of Burnt Rice Husk Media	80
29	Comparison of Effluent Turbidity between Anthracite and Burnt Rice Husk	86

LIST OF FIGURES (Cont'd)

<u>FIGURE</u>	<u>TITLE</u>	<u>PAGE</u>
30	Relation of Amount of Water Filtered versus Filtration Rates of Anthracite and Burnt Rice Husk	87
31	Comparison of Duration of Run between Anthracite and Burnt Rice Husk	88
32 - 33	Comparison of Effluent Coliform of Anthracite Media and Burnt Rice Husk	91
34 - 35	Coliform Removal Efficiency of Anthracite and Burnt Rice Husk Media	93

