เส้นใยแอส เบสทอส ในน้ำประปากรุง เทพมหานคร

นายวิโรจน์ ทักษิณานุกร

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-685-7

008807

ว 17375856

ASBESTOS FIBERS CONTAMINATION IN BANGKOK TAP WATER

Mister Viroge Taksinanukorn

A thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปากรุงเทพมหานคร

โดย นายวิโรจน์ ทักษิณานุกร

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สวัสดิ์ ธรรมิกรักษ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ขันทปราบ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปากรุงเทพมหานคร
ชื่อนิสิต นายวิโรจน์ ทักษิณานุกร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2527

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้เก็บตัวอย่างน้ำประปาทั่วบริเวณกรุงเทพมหานครที่การประปานครหลวงสามารถให้บริการไปถึง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสโดยเก็บตัวอย่างน้ำแบบ systematic grid sampling รวม 30 จุด เพื่อหาปริมาณการกระจายของเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปา หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำอีก 14 จุดจากท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ที่เลือกไว้ 6 ท่อ เพื่อศึกษาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสที่หลุดออกมาจากท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ โดยพิจารณาที่เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ความยาวของท่อ และอายุการใช้งานของท่อ ขั้นสุดท้ายได้ทดลองกำจัดเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำที่สังเคราะห์ขึ้นโดยการกรองผ่านเครื่องกรองถ่านแอคทิเวตเตด

ผลการวิจัยพบว่ามีปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสอยู่ในน้ำประปาก่อนที่จะจ่ายเข้าระบบจ่ายน้ำในปริมาณเล็กน้อย ประมาณ 0.133 ล้านเส้นใยต่อลิตร ภายหลังจากเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำแล้ว เมื่อนำน้ำประปามาวิเคราะห์พบว่า น้ำประปามีทั้งสภาพที่กัดกร่อนเล็กน้อยและไม่กัดกร่อนเลย ทั้ง 2 สภาพนี้มีเส้นใยเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 1.494 ล้านเส้นใยต่อลิตร เส้นใยที่พบส่วนใหญ่เป็นแอสเบสทอสชนิดคริสโซไทล์และมีขนาดสั้นกว่า 1.25 ไมโครเมตร การวิจัยที่มุ่งศึกษาลักษณะของท่อพบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของท่อมีผลต่อการเพิ่มปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสเพียงเล็กน้อย ส่วนด้านอายุการใช้งานของท่อพบว่า ท่อที่มีอายุการใช้งาน 6-10 ปีพบมีปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและน้อยกว่าอายุการใช้งานในช่วงอื่น แต่ท่อที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปีพบมีเส้นใยแอสเบสทอสมากถึง 107 ล้านเส้นใยต่อลิตรซึ่งส่วนใหญ่เป็นเส้นใยที่มีความยาวมากกว่า 5 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ค่อนข้างยาว และยังมีพบในลักษณะที่เป็นมัดด้วย สำหรับการศึกษาการกำจัดเส้นใยแอสเบสทอสโดยใช้เครื่องกรองถ่านแอคทิเวตเตดที่มีชั้นถ่านสูง 15 เซนติเมตรและอัตราการกรองประมาณ 3.7 เมตรต่อชั่วโมง กรองเป็นระยะเวลานาน 18 ชั่วโมงติดต่อกัน พบว่าปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสลดลงเฉลี่ยประมาณ 43%

Thesis Title	Asbestos Fibers Contamination in Bangkok Tap Water
Name	Mister Viroge Taksinanukorn
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr.Suthirak Sujarittanonta
Department	Sanitary Engineering
Academic year	1984

Abstract

The purpose of this study is to determine the quantity of asbestos fibers in tap water in Bangkok area. Firstly, water from 30 stations was collected using systematic grid sampling to assess the level of asbestos fibers in tap water. Secondly, sampling water was collected from 6 asbestos cement pipes, totally 14 samplings, to study the level of asbestos fibers washed off from asbestos cement pipes, in regard to diameter, length and used period of pipes. Finally, synthetic water was tested to remove asbestos fibers by activated carbon filter.

The result of this research showed that there were about 0.133 million fibers/litre in tap water before supplying into the water distribution system. By passing into the system, water was in both corrosive and non-corrosive conditions. However, in both conditions, the average of increasing fibers was about 1.494 million fibers/litre. Most of the fibers found were chrysotile asbestos and shorter than 1.25 micrometers. The finding in regard of the size of water pipes showed that diameter and length had little effect on the increasing level of asbestos fibers. The study also indicated that pipes used more than 10 years had asbestos fibers more than 107 million fibers/litre. Most of them were longer than 5 micrometers and a few found in bundles. To remove asbestos fibers, synthetic water was filtered through 15 centimeters depth of activated carbon filter and operated at 3.7 meters/hour filtering rate for 18 hours continuously, it showed that asbestos fibers were removed about 43%.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดจากข้อเสนอแนะของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมการวิจัย และได้กรุณาให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือสนับสนุนมาตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไป ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำทางด้านวิชาการ อบรมสั่งสอน และให้การศึกษาจนสำเร็จได้ถึงขั้นนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่อนุเคราะห์เงินทุนอุดหนุนงานวิจัย และให้ความช่วยเหลือสนับสนุนงานวิจัยนี้ด้วยดี ขอขอบคุณ คุณสุกัญญา กีรติบำรุงพงศ์ คุณธีรพล คังคะเกตุ คุณลดาวัลย์ วิษณุวนิชนันท์ คุณมลวิภา จึงสงวนสิทธิ์ และเจ้าหน้าที่ของสถาบันที่ให้ความช่วยเหลือการทำวิจัย คำแนะนำวิธีการวิเคราะห์และการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์เส้นใยแอสเบสทอส

ขอขอบพระคุณศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่อนุเคราะห์ให้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนและขอขอบคุณคุณศิริเพ็ญ เวชชการัณย์ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนวิเคราะห์หาเส้นใยแอสเบสทอส

ขอขอบคุณการประปานครหลวงและเจ้าหน้าที่ที่ช่วยจัดหาข้อมูล บริการความสะดวกและช่วยเหลือให้คำชี้แจงเกี่ยวกับกิจการของการประปา โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการจ่ายน้ำและแผนผังการวางท่อส่งน้ำประปา

ขอขอบคุณบรรดาเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณจุรีรัตน์ ตันเจริญที่ช่วยเหลือในการจัดพิมพ์ ตรวจทาน แก้ไข และเรียบเรียงจนสามารถพิมพ์สำเร็จได้ด้วยดี และขอขอบคุณบริษัทเดียร์บุ๊ค จำกัดที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการพิมพ์

ท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณและขอบพระคุณ บุพการี คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกคนที่ให้ความรัก กำลังใจ ความห่วงใย และให้การส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาจนสำเร็จ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....จ
กิตติกรรมประกาศ .....ช
รายการตารางประกอบ .....ฎ
รายการรูปประกอบ .....ฐ
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 3
2. แอสเบสทอส 4
2.1 ชนิด คุณสมบัติ และการใช้งานของแอสเบสทอส 4
2.1.1 คริสโซไทล์ (Chrysotile) 4
2.1.2 อโมไซท์ (Amosite) 4
2.1.3 โครซิโดไลท์ (Crocidolite) 5
2.1.4 แอนโธฟิลไลท์ (Anthophyllite) 5
2.2 กำลังผลิตและปริมาณการใช้ 8
2.3 การแพร่กระจายของแอสเบสทอสไปในสภาวะแวดล้อม 9
2.3.1 การทำเหมือง บด และขนส่งแอสเบสทอส (Asbestos Mining, Milling and Transportation) 9
2.3.2 โรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แอสเบสทอส (Asbestos Product Manufacture) 10

หน้า

2.3.3 การใช้ผลิตภัณฑ์แอสเบสทอส 11
2.3.4 แอสเบสทอสในน้ำดื่ม 12
2.4 โรคที่เกี่ยวเนื่องกับแอสเบสทอส 12
2.5 อันตรายของเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำ 14
3. ระบบการจ่ายน้ำประปาในกรุงเทพมหานคร 16
3.1 ประวัติความเป็นมาของการประปานครหลวง 16
3.2 กิจการการประปา 16
3.2.1 การผลิตน้ำประปา 16
3.2.2 กำลังผลิต 18
3.2.3 ระบบจ่ายน้ำ 19
3.3 การผลิตท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ 21
3.4 ประโยชน์และผลในการใช้ท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ 23
4. ถ่านแอคทิเวตเตด 27
4.1 ลักษณะถ่านแอคทิเวตเตด 28
4.2 กรรมวิธีในการผลิต 28
4.2.1 การแอคทิเวชันทางเคมี (Chemical Activation) 30
4.2.2 การแอคทิเวชันด้วยไอน้ำ (Steam Activation) 30
4.3 ขบวนการ Adsorption 31
4.4 ประโยชน์ของถ่านแอคทิเวตเตด 33
4.4.1 การบำบัดน้ำ (Water Treatment) 33
4.4.2 การดูดจางสี (Decolourising) 33
4.4.3 การดูดเอาสารตัวทำละลายกลับมา (Solvent Recovery) 34
5. วิเคราะห์หาปริมาณแอสเบสทอสในน้ำ 35
5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ 35

หน้า

5.1.1 Transmission Electron Microscope (TEM) 36
5.1.2 Vacuum Evaporator 36
5.1.3 Jaffe Wick Washer 36
5.1.4 Vacuum Filtration Unit 36
5.2 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ 39
5.2.1 ภาชนะบรรจุน้ำตัวอย่าง 39
5.2.2 ปริมาณตัวอย่างน้ำ 39
5.2.3 วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ 39
5.3 ขั้นตอนการกรองตาม Modified Jaffe Wick technique 39
5.4 การตรวจนับเส้นใยแอสเบสทอสด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน 41
5.5 การคำนวณ 42
5.5.1 ปริมาณเส้นใยแอสเบสทอส 42
5.5.2 การประมาณความเข้มข้นเป็นมวล 42
6. การวางผังการเก็บตัวอย่างน้ำและการทดลอง 44
6.1 การวางผังการเก็บตัวอย่างน้ำ 44
6.1.1 ศึกษาลักษณะการกระจายของเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปาของการประปานครหลวงทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร ...44
6.1.2 ศึกษาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสที่หลุดออกมาจากท่อแอสเบสทอสซีเมนต์กับอายุการใช้งานของท่อ 46
6.1.3 ศึกษาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปาก่อนที่จะสูบเข้าสู่ระบบการจ่าย 48
6.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์ 48
6.3 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการกำจัดเส้นใยแอสเบสทอส 49
6.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 49
6.3.2 การเตรียมสารละลายแขวนลอยเส้นใยแอสเบสทอสชนิดคริสโซไทล์ 51

หน้า

6.3.3 น้ำเส้นใยแอสเบสทอสสังเคราะห์ 51
6.3.4 ถ่านแอคทิเวตเตดแบบเกล็ดทำจากกะลามะพร้าว 52
6.4 ขั้นตอนการทดลอง 52
6.5 การเก็บตัวอย่างน้ำ 54
7. ผลการวิจัย 55
7.1 ผลการวิจัยการกระจายของเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำประปา กรุงเทพมหานคร 55
7.1.1 การกัดกร่อนของน้ำประปาที่มีต่อท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ 55
7.1.2 ปริมาณเส้นใยแอสเบสทอส 55
7.1.3 การกระจายของขนาดและชนิดของเส้นใยแอสเบสทอส 58
7.1.4 การคำนวณหาน้ำหนักของเส้นใยแอสเบสทอส 58
7.2 ผลการวิจัยการศึกษาปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสที่หลุดออกมาจากท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ 64
7.2.1 ผลการศึกษาเกี่ยวกับอายุการใช้งานของท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ 64
7.2.2 ผลการศึกษาเกี่ยวกับเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ 66
7.2.3 ผลการศึกษาเกี่ยวกับความยาวของท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ ..67
7.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดเส้นใยแอสเบสทอสด้วยเครื่องกรองถ่านแอคทิเวตเตด 68
8. สรุปผลการวิจัย 71
เอกสารอ้างอิง 73
ภาคผนวก 78
ประวัติผู้วิจัย 86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแอสเบสทอส 7

2.2 กำลังผลิตแอสเบสทอสทั่วโลก 1977 8

2.3 การกระจายของแอสเบสทอสจากการทำเหมืองและโรงงานบดไปยังบรรยากาศ ...10

2.4 แฟคเตอร์การกระจายของแอสเบสทอสจากโรงงานอุตสาหกรรม 10

2.5 ผลิตภัณฑ์แอสเบสทอสและการใช้งาน 11

3.1 ปริมาณน้ำผลิตจากน้ำผิวดิน 18

3.2 ปริมาณน้ำผลิตจากน้ำบาดาล 19

3.3 ปริมาณท่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจ่ายน้ำ 21

4.1 กำลังผลิตถ่านแอคทิเวตเตด 29

7.1 Aggressive index ของตัวอย่างที่ตำแหน่งต่าง ๆ 56

7.2 Saturation index ของตัวอย่างน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ 57

7.3 ปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำ 59

7.4 การกระจายของเส้นใยแอสเบสทอสที่พบในน้ำประปา 60

7.5 การกัดกร่อนและปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสในน้ำ 62

7.6 การกัดกร่อนและปริมาณเส้นใยแอสเบสทอสในตัวอย่างน้ำที่ศึกษาตามลักษณะท่อแอสเบสทอสซีเมนต์ 65

7.7 ผลการทดลองให้น้ำเส้นใยแอสเบสทอสไหลผ่านเครื่องกรองถ่าน 69

รายการรูปประกอบ

รูปที่ หน้า

2.1 ความทนทานต่อกรดของแอสเบสทอสต้มในกรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 4M 6

2.2 การเปลี่ยนแปลง tensile strength ของเส้นใยแอสเบสทอสกับอุณหภูมิ 6

2.3 แอสเบสทอสบอดี้ขนาดขยาย 1,512 เท่า 13

3.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา 17

3.2 ระบบการจ่ายน้ำประปาและพื้นที่จ่ายน้ำ 20

3.3 แผนผังแสดงกรรมวิธีการผลิตโดยย่อ และแผนแสดงการควบคุมผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมระหว่างทำ 22

4.1 เตาเผาถ่านแอคทิเวตเตด 31

5.1 Jaffe Wick Washer 37

5.2 Vacuum filtration unit 38

6.1 แผนผังการวางท่อประปาบริเวณสี่แยกสะพานควาย 45

6.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในกรุงเทพมหานคร 47

6.3 เครื่องกรองน้ำ 50

6.4 การประกอบระบบกรองน้ำ 53

7.1 ปริมาณแอสเบสทอสพบที่จุดต่าง ๆ 63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย