การออกแบบและศึกษาเครื่องมือลำเลียงวัสดุแบบไซโคลน

นาย สมชัย โภชนจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2520

DESIGN AND STUDY OF A CYCLONE CONVEYOR

Mr. Somchai POchanachuntara

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1977

Thesis Title	Design and Study of a Cyclone Conveyor
By	Mr. Somchai Pochanachuntara
Department	Mechanical Engineering
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Variddhi Ungbhakorn

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

Visid Prachuabmoh ..... Dean of Graduate School

(Prof.Dr. Visid Prachuabmoh)

Thesis Committee

.....Chairman

(Asst.Prof.Dr. Kulthorn Silapabhanleng)

..... Member

(Asst.Prof.Dr. Variddhi Ungbhakorn)

..... Member

(Asst.Prof. Damrongsak Malila)

..... Member

(Mr. Chana Kasipar)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและศึกษาเครื่องมือลำเลียงวัสดุแบบไซโคลน
ชื่อนิสิต	นาย สมชัย โภชนจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์
แผนกวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	2520

บทคัดย่อ

ไซโคลนเกิดขึ้นเมื่อบริเวณศูนย์กลางของไซโคลนมีความกดดันของอากาศต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียง วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อต้องการออกแบบอุปกรณ์อย่างหนึ่งซึ่งเรียกว่า " ตัวลำเลียงแบบไซโคลน " (Cyclone conveyor) ซึ่งสามารถทำให้เกิด การหมุนตัวของอากาศภายในอุปกรณ์ดังกล่าวคล้ายไซโคลน จะทำให้ได้ vacuum เกิดขึ้นในอุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งนำไปใช้ลำเลียงวัสดุได้ ในที่นี้จะทำการสร้าง Cyclone 20 หน่วย โดยกำหนดให้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ bottom-end, inlet nozzle, suction pipe และ discharge pipe มีค่าคงที่

การศึกษาจะแบ่งออกเป็น2 ส่วนในส่วนแรกเพื่อศึกษาดู characteristic ของ Cyclone ผลการศึกษาทราบว่า สำหรับ Cyclone ซึ่งมีค่า parameter บางค่าคงที่ ที่ความสูงของ Cyclone ต่างกัน ค่าของ Vacuum สูงสุดจะได้รับเมื่อ Cyclone angle มีค่าประมาณ 6 องศา และ Vacuum จะมีค่ามากขึ้นเมื่อขนาดความสูงของ Cyclone ลดลง

ในส่วนที่สอง นำ Cyclone ซึ่งกำหนดความสูงต่างๆกันและ Cyclone angle มีค่า 5 องศาไปทดลองลำเลียงทราย น้ำตาลทราย และเม็ดสาคู ผลการทดลองพบว่าอัตราการลำเลียงวัสดุจะมีค่ามากขึ้นเมื่อค่าความสูงของ Cyclone ลดลง และผลการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าระบบการลำเลียงวัสดุแบบไซโคลนนี้สามารถนำไปใช้ลำเลียงวัสดุได้ ข้อดีของการลำเลียงวัสดุแบบไซโคลนเมื่อเทียบกับระบบ vacuum-pressure ซึ่งเป็นระบบหนึ่งของการลำเลียงแบบใช้ลม (pneumatic conveyor) ที่มีอยู่เดิมแล้ว คือมี perational flexibility ดีกว่า และมี initial cost ต่ำกว่า.

Thesis Title	Design and Study of a Cyclone Conveyor
Name	Mr. Somchai Pochanachuntara
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Variddhi Ungbhakorn
Department	Mechanical Engineering
Academic Year	1977

Abstract

A cyclone occurs when the central area of air has lower pressure than the surroundings. The purpose of this research is to design a device called a cyclone conveyor which simulates the cyclonic motion of air. The vacuum created in such a device is used to convey materials. Twenty Cyclones with constant diameters of bottom-ends, inlet nozzles, suction pipes, and discharge pipes are built.

The study is divided into two parts. In the first part, the characteristic of Cyclones are investigated. For the tested Cyclones with some fixed parameters, it is found that the maximum vacuum occurs in the Cyclone at the constant Cyclone angle of 6° with different Cyclone heights and the vacuum in the Cyclone increases as the Cyclone height is decreasing.

In the second part, the Cyclones with given heights and Cyclone angles of 5 degrees are used to convey sand, cane-sugar, and tapioca. The rate of conveying increases as the Cyclone height decreases. The investigation reveals that the design system is feasible. The system, when comparing with the existing vacuum-pressure system, has greater operational flexibility and lower initial cost.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to thank Asst. Prof. Dr. Variddhi Ungbhakorn for the supervision, giving valuable guidance, many helpful discussions, and the corrections of English. He also wishes to thank University Development Commission who awarded a scholarship to the author without which this work cannot be completed.

He also thanks Mr. Kamol Wacharayingyong gratefully for helpful writing English in the first draft of this thesis.

Thanks are also due to his friends and others who gave some valuable suggestions.

Finally, he wishes to thank Miss Yupin Direkwatana for typing the manuscript.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF SYMBOLS

B	Vacuum
C	Coefficient of discharge
d	Orifice diameter
d_s	Suction pipe diameter
D	Pipe diameter of orifice
D_1	Bottom-end diameter of Cyclone
D_2	Top-end diameter of Cyclone
g	Gravitational acceleration
H	Cyclone height
h	Pressure drop across orifice
h_w	Pressure drop across orifice in cm of water
Δh_1	Pressure drop across orifice when suction pipe closed
Δh_2	Pressure drop across orifice when suction pipe open
h_1	Discharge pressure when suction pipe closed
h_2	Discharge pressure when suction pipe open
Hg	Mercury
P	Pressure of air at flowing conditions
P_o	Pressure of air at standard condition (101.33 kN/m^2, or 760 mm Hg)
Q	Volume flow rate of fluid at flowing conditions
Q_1	Volume flow rate of compressed air supplied at standard condition

Q_2	Total volume flow rate of air entering suction pipe at standard condition
Q_3	Volume flow rate of suction air at standard condition
T	Temperature of air at flowing conditions
T_o	Temperature of air at standard condition
V_s	Air velocity in suction pipe
α	Cyclone angle
ρ	Density of air

ABBREVIATIONS

acfm	Actual amount of air in cubic feet per minute
C	Celsius
cf	Cubic foot
cm	Centimeter
cmW	Centimeter of water
cm WG	Centimeter of water gauge
hr	Hour
I.D.	Inside diameter
k	Ratio of specific heat C_p/C_v
Kg	Kilogram
kN	Kilo-Newton
kW	Kilowatt
lb	Pound
Lit	Liter
m	Meter
min	Minute
mm	Millimeter
O.D.	Outside diameter
psi	Pound per squre inch
psig	Pound per square inch gauge
r	revolution
rpm	Revolution per minute
S	Second
scfm	Volume of free air in cubic feet per minute