เครื่องอบไม้แผ่นบางแบบกระบวนการต่อเนื่อง

นายวุฒิกร อุดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-721-1

CONTINUOUS PROCESS WOOD VENEER DRYER

Mr. Vudthikorn Udol

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-721-1

Thesis Title	Continuous Process Wood Veneer Dryer
By	Mr. Vudthikorn Udol
Department	Mechanical Engineering
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Kulthorn Silapabanleng

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree/

..... Dean of Graduate School

(Assoc. Prof. Dr. Santi Thoongsuwan)

Thesis Committee

..... Chairman

(Assoc. Prof. Dr. Manit Thongprasert)

..... Thesis Advisor

(Assoc. Prof. Dr. Kulthorn Silapabanleng)

..... Member

(Assoc. Prof. Dr. Somsri Chongrungreong)

..... Member

(Dr. Annop Palawatanawichai)

วุฒิกร อุดล : เครื่องอบไม้แผ่นบางแบบกระบวนการต่อเนื่อง (CONTINUOUS PROCESS WOOD VENEER DRYER) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. กุลธร ศิลปบรรเลง, 457 หน้า ISBN 974-633-721-1

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลกระทบรวมทั้งความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่ออัตราการลดลงของความชื้นในไม้แผ่นบาง ที่ทำการอบด้วยเครื่องอบไม้แผ่นบางแบบกระบวนการต่อเนื่อง พร้อมทั้งศึกษาถึงข้อได้เปรียบของเครื่องอบไม้แบบกระบวนการต่อเนื่องนี้เมื่อเปรียบเทียบกับห้องอบไม้แบบดั้งเดิมที่ใช้อยู่ทั่วไป โดยการวิจัยจะมุ่งเน้นไปในส่วนของการอบไม้แผ่นบางเพื่อประโยชน์ในการทำเฟอร์นิเจอร์

เครื่องอบไม้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กและเหล็กรูปพรรณมีขนาดหน้าตัด กว้าง 60 ซม. สูง 50 ซม. ยาว 163 ซม. ใช้ระบบลำเลียงแบบสายพานโลหะขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ความร้อนที่ให้กับเครื่องอบได้จากการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้ม ถ่ายเทให้กับอากาศซึ่งไหลเวียนผ่านเครื่องอบ ไม้แผ่นบางที่ใช้ในการทดลองเป็นไม้ยางพาราสด ความหนา 1.5 และ 2.0 มม. มีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 85.034 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) และ ต้องทำการอบไม้ให้ได้ความชื้นประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้เท่ากับ 100 90 80 70 และ 60 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความเร็วของลมร้อนผ่านเครื่องอบเท่ากับ 1.5 2.0 และ 2.5 เมตร/วินาที ระยะเวลาของการอบไม้ในแต่ละ 1 รอบการอบเท่ากับ 1.0 1.5 และ 2.0 นาที ตามลำดับ

ผลการทดลองพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการลดลงของความชื้นในไม้คือ ความหนาของไม้ที่นำมาอบ อุณหภูมิของอากาศร้อนในห้องอบ ความเร็วของอากาศร้อนที่ไหลผ่านผิวหน้าของไม้ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อน รวมทั้งยังพบว่า ข้อดีของการใช้เครื่องอบไม้แบบต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับห้องอบไม้แบบดั้งเดิมคือ ได้คุณภาพของไม้หลังการอบที่ดีกว่าคือไม่มีลักษณะเป็นคลื่น และไม่เกิดรอยแตกที่ปลายไม้ ระยะเวลาที่ใช้ในการอบจนกระทั่งได้ความชื้นที่ต้องการสั้นกว่า ใช้แรงงานคนในการทำงานน้อยกว่า และยังต้องการพื้นที่ในการทำงานน้อยกว่าด้วย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##C415803 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING
KEY WORD: WOOD DRYING/WOOD VENEER/CONTINUOUS PROCESS
VUDTHIKORN UDOL : CONTINUOUS PROCESS WOOD VENEER DRYER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF.KULTHORN SILAPABANLENG,Ph. D. 457 pp. ISBN 974-633-721-1

The objective of this research is to study the effects and relations of parameters to the drying rate of veneer to be dried by continuous dryer and also to study the advantages of continuous dryer over the conventional drying room. The study was focused on veneer drying used in the furniture making industry.

The model of dryer used in this research was 60 cm. wide, 50 cm. high and 163 cm. long, fabricated from steel plates and profiled steel bars using metallic belt to convey the veneers to the dryer. The conveyor was driven by electrical motor. Heat source used to evaporate moisture from veneer was from the combustion of LPG gas transferred to circulating air. The veneer used in this research were Para wood 1.5 and 2.0 mm. thick respectively with moisture content registered at an average of 85.034% (dry basis) and the required final moisture content after drying was about 8-10%. This moisture content is the most suitable for making furniture. The temperature of hot air was varied from 60 to 100 deg. C. while the velocity of hot air was varied from 1.5 to 2.5 m/s. with resident time ranging from 1.0 to 2.0 minutes per one pass of drying.

From the experiments, it was found that the parameters affecting the rate of drying were thickness of veneer, hot air temperature, velocity of hot air flowing over surface of veneer and relative humidity of hot air in dryer. The results also showed the advantages of continuous dryer compared to conventional drying room. A better quality veneers have been obtained where waviness and cracks are minimised. Shorter drying times to arrive at veneers' required moisture content are obtained. In addition, less manpower is required as a result of using this continuous process dryer.

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to express his sincere gratitude to his adviser, Assoc. Prof. Dr. Kulthorn Silapabanleng, for his ever constructive guidance, suggestions, comments and discussions throughout the study. Acknowledgment are also extended to Assoc. Prof. Dr. Manij Thongprasert as chairman of the examination committee, Assoc. Prof. Dr. Somsri Jongrungruang , Dr. Annop Palwatwichai as members of the examination committee and also their valuable comments.

Special thanks are offered to the Wang Chao Shipyard Co., Ltd., especially to Mr. Uwe Wongthongsri, Mr. Pairoj Maklai, Vap Construction Co., Ltd. staffs for their kindly support and cooperation in providing material and labour for prototype construction. Also, for their valuable information which made this study possible.

Sincere appreciation is also due to the Hove D.K. Co., Ltd. staffs, especially to Mr. Suwan Ekalai for providing raw materials of veneer and area for testing.

The author also wishes to extend his gratefulness to his beloved parents to whom this work is dedicated. Their unfailing love and encouragement led him to this stage of his career.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS

C_{pa} - specific heat of dry air (J/kg. K)

C_{pg} - specific heat of dry gas (J/kg. K)

C_{ps} - specific hea of water vapour (J/kg. K)

d_t - resident time one pass of drying (min.)

D - density of air-water vapour mixture (kg/m^3)

D_a - Density of dry air

D_m - density of total mixture (kg/m^3)

D_o - density of air at specified reference temperature and pressure (kg/m^3)

G - dry gas flow rate (kg/s)

G_v - rate of vaporization (kg/s)

h_{fg} - latent heat of vaporization (J/kg. K)

H - relative humidity

H_{gw} - moisture vapour enthalpy (J/kg. K)

I_{ga} - enthalpy of ambient air (J/kg)

I_{ge} - enthalpy of air hot air inlet (J/kg)

I_{go} - enthalpy of air at solid outlet (J/kg)

I_{so} - enthalpy of solid inlet (J/kg)

I_{sz} - enthalpy of solid outlet (J/kg)

L - dry solid flow rate (kg/s)

m - mass of wet sample (kg)

m_a - mass of dry air (kg)

m_g - mass of dry air (kg)

m_i - initial mass of wet veneer (kg)

m_o - mass of dry matter in sample (kg)

m_w - mass of moisture vapour (kg)

m_v - mass of water vapour (kg)

M_g - molar mass of dry air (kg/mol)

N - volume of moist-air per unit mass of dry air (m^3/kg)

p_g - partial pressure of dry air (kPa)

p_v - partial pressure of water vapour (kPa)

p_{vs} - saturated vapour pressure (kPa)

p_w - partial pressure of water vapour (kPa)

P - total pressure (kPa)

P_o - standard reference pressure (kPa)

q - heat (W)

Q_h - heat input rate (W)

Q_l - heat loss rate (W)

r - air recycle ratio

R - universal gas constant

R_a - gas constant for dry air

t - thickness of veneer (mm.)

t_d - drying period (min.)

T - temperature (K)

T_a - absolute temperature (K)

T_c - temperature (C)

T_d - dry bulb temperature (C)

T_{ga} - hot air inlet temperature (K)

T_{ge} - hot air outlet temperature (K)

T_o - standard reference temperature (K)

T_w - Wet bulb temperature (C)

U_d - moisture content dry basis (%)

U_e - equilibrium moisture content of veneer (%)

U_f - final moisture content of veneer (%)

U_i - initial moisture content of veneer (%)

U_w - moisture content wet basis (%)

V - specific molar volume (m3/mol)

V_a - volume of dry air (m^3)

V_a - velocity of hot air (m/s)

V_c - speed of conveyor (m/s)

V_t - volume of air-vapour mixture (m^3)

V_v - volume of water vapour (m^3)

W_f - fan work (W)

W_s - conveyor work (W)

X - absolute humidity

Y_g - mole fraction of dry air

Y_{ga} - humidity ratio of ambient air

Y_{go} - humidity ratio of hot air inlet

Y_{gz} - humidity ratio of hot air outlet

Y_s - saturation humidity

Y_w - mole fraction of water vapour

Z - compressibility factor of gas