อิทธิพลของอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารพาต่อการย้อมด้ายเทปโพลิโพรพิลีนด้วยสีดิสเพอร์ส

นาย พรชัย เครือกาญจนา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์โพลิเมอร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533
ISBN 974-577-941-5
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016687

I10309007

Effects of Temperature and Concentration of Carrier on the Dyeing of Polypropylene Tape Yarn with Disperse Dyes

Mr. Pornchai Chruakanchana

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Program of Polymer Science
Graduate School
Chulalongkorn University
1990

ISBN 974-577-941-5

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	Effects of Temperature and Concentration of Carrier on the Dyeing of Polypropylene Tape Yarn with Disperse Dyes
By	Mr. Pornchai Chruakanchana
Department	Petro-Polymer (Inter Program)
Thesis Advisor	Assistant Professor Werasak Udomkichdecha, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Nuntaya Yanumet,Ph.D.

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

Thavorn Vajrabhaya
..... Dean of Graduate School
(Professor Thavorn Vajrabhaya,Ph.D.)

Thesis Committee

..... Chairman
(Assistant Professor Supawan Tantayanon,Ph.D.)

..... Advisor
(Assistant Professor Werasak Udomkichdecha,Ph.D.)

N. Yanumet
..... Co-advisor
(Nuntaya Yanumet,Ph.D.)

S. Intarachote
..... Member
(Mr. Suchart Intarachote)

Supon Chotiwana
..... Member
(Supon Chotiwana,Ph.D.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

พรชัย เครือกาญจนา : อิทธิพลของอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารพาต่อการย้อมด้ายเทปโพลิโพรพิลีนด้วยสีดิสเพอร์ส (EFFECTS OF TEMPERATURE AND CONCENTRATI ON OF CARRIER ON THE DYEING OF POLYPROPYLENE TAPE YARN WITH DISPERSE DYES) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, ดร.นันทยา ธานุเมศ, 107 หน้า. ISBN 974-577-941-5

การย้อมเส้นใยโพลิโพรพิลีนสามารถกระทำได้โดยใช้สีดิสเพอร์สที่เหมาะสม การศึกษาถึงสมบัติการย้อมของโพลิโพรพิลีนกระทำโดยการย้อมด้ายเทปโพลิโพรพิลีนด้วยสีดิสเพอร์สแบบเอโซ 4 ชนิด และแบบแอนทราควิโนน 3 ชนิด จากนั้นนำสี ซี.ไอ. ดิสเพอร์ส เรด 60 (C.I. Disperse Red 60) ซึ่งเป็นสีแบบแอนทราควิโนนและแสดงพฤติกรรมของการย้อมดีที่สุดมาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการย้อมซึ่งได้แก่ อุณหภูมิและความเข้มข้นของสารพา ช่วงอุณหภูมิที่ศึกษาคือตั้งแต่ 70 - 130 °ซ และช่วงความเข้มข้นของสารพาตั้งแต่ 0 - 5 กรัมต่อลิตร ผลการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้การติดสีดีขึ้นด้วย อย่างไรก็ดี การย้อมซึ่งกระทำที่อุณหภูมิในช่วง 70-110 °ซ สารพาจะมีบทบาทที่สำคัญต่อการย้อมโดยจะช่วยให้การย้อมดีขึ้นในระยะแรกของการเพิ่มความเข้มข้นของสารพา จนถึงจุดหนึ่งความเข้มข้นของสารพาจะไปมีผลตรงกันข้าม คือกลับจะทำให้ความสามารถในการย้อมลดลง และพบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 1 กรัมต่อลิตรเมื่อการย้อมกระทำที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นคือที่ 120 หรือ 130 °ซ ความเข้มข้นของสารพาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การติดสีลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ปิโตรเคมี - โพลิเมอร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์โพลิเมอร์

ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต พรชัย เครือกาญจนา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

PORNCHAI CHRUAKANCHANA : EFFECTS OF TEMPERATURE AND CONCENTRATION OF CARRIER ON THE DYEING OF POLYPROPYLENE TAPE YARN WITH DISPERSE DYES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WERASAK UDOMKICHDECHA,Ph.D., NUNTAYA YANUMET,Ph.D. 107 pp. ISBN 974-577-941-5

With selected disperse dyes, dyeing of polypropylene fibres can possibly be done. The study of dyeing behaviour for polypropylene was carried out by dyeing polypropylene tape yarn with 4 disperse dyes of azo type and 3 dyes of anthraquinone type. C.I. Disperse Red 60, an anthraquinone dye, with best behaviour in dyeing was then subjected to the study of the effects of temperature and carrier concentration. The studied temperatures ranged from 70 to 130 °C and the carrier concentrations ranged from 0 to 5 g/l. By increasing temperature will increase dye uptake. When the dyeing is performed at temperature in the range of 70 - 110 °C, carrier will play an important role as follows: the dyeability increases as the concentration of carrier increases up to an optimum point, then the increasing of carrier concentration beyond that point will give the reverse effect on the dyeability and the optimum concentration for this experiment is found at 1 g/l. At higher temperature, i.e. 120 or 130 °C, the dyeing performance decreases as the carrier concentration increases.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ปิโตรเคมี - โพลิเมอร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์โพลิเมอร์
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต Porn Chruakanchana
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม N. Yanumet

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his deepest gratitude to his advisor, Assistant Professor Werasak Udomkichdecha, and coadvisor, Dr. Nuntaya Yanumet. This thesis would not be successful without the kindness, guidance and assistance from them. He is grateful to Mrs. Pissamai Likitbanakorn, and Mr. Chalermpol Punkao for their helpful suggestions. He would like to thank Pacific Polysack Industry Co., Ltd., Metro Company Limited, BASF and Bayer Co., Ltd. for supplying at no cost the experimental materials. He would like to express his gratitude to Textile Industry Division, the Department of Materials Science, and the Department of Chemistry for the provision of instruments, chemicals, and facilities to experimental work. Furthermore, he would like to thank the thesis committee for their kind comments.

"In addition, deep affectionate gratitude is acknowledged to his parents for their encouragement and support throughout the entire study".

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (IN THAI)	iv
ABSTRACT (IN ENGLISH)	v
ACKNOWLEDGEMENTS	vi
CONTENTS	vii
LIST OF TABLES	x
LIST OF FIGURES	xii
CHAPTER I : INTRODUCTION	1
1.1 METHOD OF MANUFACTURE	2
1.2 THE PURPOSES OF THIS STUDY	5
1.3 HISTORICAL	6
1.3.1 Dyeing of Modified Polypropylene	6
1.3.2 Dyeing of Unmodified Polypropylene	7
1.4 POLYPROPYLENE TAPE YARN	9
1.4.1 Production of Tape Yarn	10
1.4.2 Uses of Tape Yarn	10
1.5 DISPERSE DYES	11
1.6 CARRIER	13
CHAPTER II : THEORY	17
2.1 MECHANISM OF DISPERSE DYE TRANSFER AND DYEING	17
2.2 ADSORPTION ISOTHERMS	22
2.3 KINETICS OF DYEING OF DISPERSE DYES	26
2.3.1 Rates of Dyeing	26
2.3.2 Diffusion	28
2.4 EFFECTS OF TEMPERATURE	29
2.5 CARRIER DYEING	32

PAGE

2.5.1 Theory of Carrier Dyeing..... 32
2.5.2 Rate Increases on Carrier Addition 33
2.5.3 Effect of Carrier Concentration... 34
CHAPTER III : EXPERIMENT..... 35
3.1 MATERIALS..... 35
3.2 DYES, AUXILIARIES AND CHEMICALS..... 35
3.3 INSTRUMENT AND APPARATUS..... 37
3.4 PRELIMINARY STUDY OF DYEING OF POLYPROPYLENE TAPE YARN WITH DISPERSE DYES..... 38
3.5 DYEING POLYESTER FABRIC WITH SELECTED DIEPERSE DYES..... 40
3.5.1 Preparing the Fabric Sample..... 40
3.5.2 Preparing Dye Solution..... 41
3.5.3 Dyeing Procedure..... 41
3.5.4 Reduction Clearing..... 42
3.6 CALIBRATION CURVE PREPARATION..... 43
3.6.1 Preparation of the Stock Solution of Each Purified Disperse Dye..... 44
3.6.2 Determination of λ_{max} for Disperse Dyes..... 46
3.6.3 Determination of the Concentrations of Stock Solutions..... 50
3.6.4 Preparation of Standard Solutions and Their Absorbance Measurements. 52
3.6.5 Calibration Curve Plotting..... 52
3.7 DETERMINATION OF DYE PURITY..... 57
3.8 DETERMINATION OF % DYE UPTAKE ON POLY-PROPYLENE TAPE YARN FOR VARIOUS DYES..... 58

PAGE

3.9 STUDY OF EFFECTS OF TEMPERATURE AND CARRIER CONCENTRATION ON THE DYEING..... 59
3.9.1 Dyeing with the Most Suitable Dye Under Various Conditions..... 59
3.9.2 Determination of % Dye Uptake..... 60
3.10 FASTNESS TO LIGHT EXPERIMENT..... 61
CHAPTER IV : RESULT..... 63
4.1 DETERMINATION OF % DYE UPTAKES FOR VARIOUS DYES..... 63
4.2 THE STUDY OF EFFECTS OF TEMPERATURE AND CARRIER CONCENTRATION..... 79
CHAPTER V : DISCUSSION..... 87
5.1 PRELIMINARY STUDY OF DYEING OF POLYPROPYLENE WITH VARIOUS DISPERSE DYES. 87
5.2 THE DETERMINATION OF % DYE UPTAKE FOR VARIOUS DYES..... 89
5.3 STUDY OF EFFECTS OF CARRIER CONCENTRATION AND TEMPERATURE ON THE DYEING OF POLYPROPYLENE WITH C.I. DISPERSE RED 60..... 95
5.4 ASSESSMENT OF LIGHT FASTNESS..... 98
CHAPTER VI : CONCLUSION..... 99
REFERENCES..... 100
APPENDIX
Appendix 1..... 104
Appendix 2..... 105
Appendix 3..... 106
VITA..... 107

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1.1	World production of principle man-made fibres in 1985 (1000 tonne units).....	2
1.2	Rate of water imbibition of fibres compared to viscose.....	14
1.3	Compounds most commonly used as dye carriers.....	16
2.1	Solubilities of three disperse dyes at 25 °C in water and two 0.5 % solutions of dispersing agents.....	19
2.2	Solubilities of some disperse dyes.....	20
2.3	Effect of increasing amounts of Lissapol LS on dyeing secondary cellulose acetate at 80 °C.....	27
3.1	The weight of fabrics, dyed with various dyestuffs, used for preparing stock solutions.....	46
3.2	The wavelength of maximum absorption for various disperse dyes in chlorobenzene solvent.....	50
3.3	The concentration of stock solutions of various disperse dyes.....	51
3.4	The data for calibration curves preparation.....	53
3.5	The expressions for various dyes.....	57
3.6	Each dye purity.....	58
3.7	% Residual dye uptakes for extracted tape yarn samples.....	61
4.1	Dye uptakes (%) for various disperse dyes at 90°C.	64
4.2	Dye uptakes (%) for various disperse dyes at 110°C	69
4.3	Dye uptakes (%) for various disperse dyes at 130°C	74

TABLE PAGE

4.4 Dye uptakes (%) for dyeings with C.I. Disperse Red 60..... 78

5.1 Molecular weights for disperse dyes..... 86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	High yield Montedison polypropylene process.....	4
1.2	Schematic Melt-Spinning Process.....	5
1.3	Chemical structures of disperse dyes.....	12
2.1	Nernst isotherm.....	23
2.2	Langmuir isotherm.....	24
2.3	Freundlich isotherm.....	25
2.4	Time of half-dyeing.....	26
2.5	Effect of temperature on the dyeing rate and equilibrium.....	31
2.6	Effect of dyeing temperature on the exhaustion of dyebath for some disperse dyes.....	31
2.7	Effect of carrier on the rate of dyeing Dispersol Fast Scarlet B.....	33
2.8	Effect of carrier concentration on the uptake of Amacel Fast Blue AGF Conc. at 100 °C.....	34
3.1	Temperature increasing diagram.....	39
3.2	Temperature increasing diagram.....	42
3.3	Absorption spectrum of Chlorobenzene with Air as blank.....	47
3.4	Absorption spectrum of C.I. Disperse Orange 3.....	47
3.5	Absorption spectrum of C.I. Disperse Red 1.....	48
3.6	Absorption spectrum of C.I. Disperse Orange 5.....	48
3.7	Absorption spectrum of C.I. Disperse Violet 28.....	49
3.8	Absorption spectrum of C.I. Disperse Red 60.....	49
3.9	The calibration curves for various dyes.....	56
5.1	Relative dye uptakes at 90 °C.....	90

FIGURE PAGE

5.2 Relative dye uptakes at 110 °C..... 90
5.3 Relative dye uptakes at 130 °C..... 91
5.4 Relative dye uptakes without carrier..... 92
5.5 Relative dye uptakes at 2 g/l of carrier..... 92
5.6 Relative dye uptakes at 5 g/l of carrier..... 93
5.7 Effect of carrier concentration used on % dye uptake..... 96
5.8 Effect of temperatures on % dye uptake..... 97

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย