الآية

قال الله تعالى في محكم تنزيله :

بسم الله الرحمن الرحيم

اقرأ باسمِ ربِّكَ الَّذي خلَق(1)خلَقَ الإنسانَ من علَق(2)

اقرأ وربُّكَ الأكرم(3)الَّذي علَّم بالقلَم(4)علَّم الإنسانَ ما

لم يعلم(5)

صدق الله العظيم

سورة العلق

Dedication

The researcher dedicates this effort:

To my well – beloved mother

To soul my father

To my wife, brothers, sisters and

extended family

Precious and beautiful daughters…

To everybody who contributed to this research directly

orindirectly

May Allah bless them all

,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

Acknowledgement

All thanks and gratefulness are for Allah, the most gracious, the most merciful.

I would like to thank the Sudan University of science and Technology and to express my sincere gratitude to my supervisors **Dr. Ahmed Ibrahim Ahmed Seed Ahmed** and **Dr. Mohammed Deen Hussein Mohammed**. I would like to acknowledge their unlimited efforts in guiding and following up the research progress, and specially their spirit – raising encouragement.

Many people have contributed constructively to this work. I would like to thank them all and in particular the people of Sudan University - Department of Plastic Engineering. I owe special thanks to everybody who contributed to this research directly or indirectly.

ABSTRACT

This research work concentrated on using Ansys poly flow software and equation of percentage root square error (PRMSR) to select the best viscosity model (viscosity vs. shear rate) at isothermal condition for polypropylene. The samples were tested at different loads and constant temperature 230^{o}C using melt flow index tester. The results for each sample were recorded and different viscosity models were checked using Polyflow and the best of them was selected using PRMSE equation. It was found that shear stress versus shear rate was Non-Newtonian and the best model was (Carreau-Yasuda law).

This model was used in analytical and simulation for die combined of two circular section tapered and non-tapered the pressure drop was studied at no-slip condition in the die wall. The governing equation of pressure drop was first derived to angle of tapered section,the best angle is 45^{o} analytically and 45^{o} ~50^{o} for the simulation. For circular section the pressure drop was studied using different die lands and radii the results for die lands variations are almost the same but when varying the radius the results differ at radii less than 2 cm and approach each other at 2 cm and above. The swell ratio from this die decreased by small amount when die land was increased at linear pressure drop gradient, and it also decreased by high amount when L/D was increase at non- linear pressure drop gradient.

In screw without and with nose models the maximum extruder output were studied at different parameters such as the extruder line the simulation of two screw models gave two points with specified flow rate and pressure drop less than analytical value, the calculated pressure at flight clearance gave pressure that approached to simulation results than that at flight depth, as flight width decreased the analytical maximum output was not affected but in simulation was increased and pressure decreased , when flight clearance decreased the analytical maximum output was not affected also but in simulation the output and pressure were increased, when screw depth increased the maximum extruder output and pressure in analytical and simulation was increased, as screw speed increased the maximum extruder output and pressure in analytical and simulation was increased, as length increased the analytical was not affected, but in simulation there was a fluctuation in flow and pressure and the best length of metering zone is (12cm) 2 flights this gave high flow rate and suitable pressure drop.

In the die characteristics at operating point the maximum extruder output and pressure were studied at different parameters in the extruder line the same intersected of analytical extruder line at maximum output and pressure at calculated shear rate in die with the linear equation of simulated operating points, when width decrease the linear equations of output increase and pressure decrease, as flight clearance decrease the linear equations the output decrease and pressure increase these obesity results at the simulation without die was obtained before, when flight depth decreased the linear equations the maximum extruder output analytically and simulation tended to the same values but analytically pressure higher than simulation values, as screw speed increased the linear equations the maximum extruder output and pressure analytically and simulation tended to the same values , when screw length increased the linear equations the maximum extruder output analytically was constant and pressure increased, in simulation the output was decreased and pressure increased ,the screw length was not effect in output analytically but in simulation it was.

المستخلص

يتركـز هـذا العمـل البحثــي علــى اسـتخدام برنــامج ANSYS Polyflow ومعادلـة النسـبة المئويـة لمربـع جـذر الخطـأ (PRMSR)لاختيـار أفضـل نمـوذج للزوجـة (اللزوجـة مقابـل معـدل القـص) فـي حالـة ثبـوت الحـرارة للبـولي بـروبلين .تـم اختبـار العينـات لإحـد عشـر حمـل مختلـف وعنـد درجـة حـرارة ثابتــة$230^{o}C$باسـتخدام جهـاز معامـل تـدفق المصـهور وسـجلت النتـائج لكـل عينـة وتـم فحـص نمـاذج اللزوجـة المختلفـة باسـتخدام ANSYS PolyflowوأفضـــL مـنهم تـم اختيارهـا باسـتخدام المعادلـة .فقـد وجـد أن إجهـاد القـص مقابـل معـدل القـص غيـر نيوتـوني، وكـان أفضـل نمـوذج هـو (قـانون كـارو- ياسودا).

تماســــتخدامهذاالنموذجفيالتحليلوالمحاكاةلقالبمكون مـــــن قســــمين مســــلوب واخــــر غيــــر مسلوبودرسانخفاضالضــغطفيحالةعدم الانزلاقفيجــدار القالــب. وقــد اشــتقتالمعادلةالتي تحكمانخفــاض الضــغطأولاً معزاويةالمقطعالمســلوب ،أفضــلزاوية45^{o}تحليليــا و50^{o}~45^{o}للمحاكـــاة. للقســم الغيــر مسـلوب تـم دراسـة إنخفـاض الضغطباسـتخدام قـيم مختلفـة مـن الاطـوال وانصـاف الاقطـار .نتـائج اخـتلاف الاطـوالهي نفســها تقريبــاولكن عنــدما تغيــر نصــف القطــر تفاوتتالنتــائج فقــد اختلففيانصــاف الاقطارأقـل مـن 2سـمواقتربت بعضـها الـبعض فـي 2سـموما فـوق.نسـبة الانتفـاخ مـن هذاقالبانخفضـت بقيمــة صــغيرةعندما تمـت زيــادةطول القالـب بعلاقـة خطيـه لانخفاضالضـغط ، وانخفضـت أيضـا بقيمـة عاليةعندما زادت نسبة الطول الى القطر بعلاقى غير خطية لانخفاض الضغط.

فــي البريمــة بــدون اومــع نمــوزج الأنفتمــت دراســةالطاقة الانتاجيــة القصــوىللبريمةعندمعايير مختلفةعنـد خطالبريمــة محاكـــاةنموزجى البريمـــة اعطــت نقتــين لمعـــدل تــدفقوانخفاض للضـــغط محـــددة أقــل منالقيمةالتحليليـة، والضـغط المحسـوبعند خلـوص الريشـةإعطاء نتائجضـغط اقتـرب للمحاكـاة مـن ذلكعنـد قيمتــة فـــي عمقالريشـــة فيخطالبريمـــة، وعندماانخفضـــت عــرض الريشـــة لــم تتأثرالطاقـــة الانتاجيـــة القصــوىتحليلياً ، ولكــن فــي المحاكاةزادتوانخفضــه الضــغط،وعندانخفاض خلـوص الريشــةلم تتأثرالطاقــة الانتاجيــة القصوىتحليلياًأيضـــا، ولكنفــي المحاكـــاة زادت هـــى والضـــغط ،ولكــن عنــدما زادعمقالريشـــة زادت الطاقــة الانتاجيــة القصوىللبريمةوالضــغطتحليلياًومحاكـــاة، وعنــدما زادت ســرعة البريمـــةزادت الطاقةالانتاجوالضـــغط تحليليـــا ومحاكـــاة، وبـــذياد الطـــول تحليليـــالم تتـــأثر، ولكـــن محاكاةكانهنـــاك تذبذبفيالتــدفق والضغطوأفضــلطول لمنطقةالقياســهو (12CM) ريشــتانوهذ اعطىمعدلتــدفق عــالى وانخفاض ضغط مناسب.

عند خواص القالب عند نقطة التشغيل تم دراسة الطاقة الانتاجية القصوى للبريمة والضغط عند معايير مختلفة عند خط البريمةتقاطعه خط البريمة تحليليا عند الطاقة الانتاجية القصوى والضغط عند معدل القص في قالب مع المعادلة الخطية لنقاط التشغيل من للمحاكاة، وعند نقصان عرض الريشة كانت نتائج المعادلات الخطية من المحكاة تشير الى ذيادة الانتاجية وانخفاض الضغط، وفي نقصان خلوص الريشة كانت نتائج المعادلات الخطية تشير لانخفاض الانتاجية وزيادة الضغط وهذه نتيجة عكسية في المحاكاة دون قالب التى تم الحصول عليها من قبل، وعند انخفاض عمق الريشة ابانت المعادلات الخطية ان القيمة القصوى للانتاجية للبريمة تحليليا ومحاكاة تميل إلى نفس القيمه ولكن الضغط تحليليا كميتة عالية ، وعند زيادة سرعة البريمة اشارت المعادلات الخطية لذيادة انتاجية البريمة والضغط من الناحية التحليلية ومالت المحاكاة لنفس القيم، اما فى ذيادة طول البريمة فان المعادلات الخطية كان الانتاجية ثابتة وارتفع الضغط تحليليا ، في المحاكاة انخفضت الانتاجية وزاد الضغط ,فإن طول البريمة لم يؤثر في الإنتاجية تحليليا ولكن في المحاكاة كان إثرة واضح .

Table of contents

List of tables

List of figures

List of abbreviation

Symbol	Description
MFI (g/10min)	Melt flow Index

PP113	Polypropylene extrusion grade product in Khartoum Petrochemical Company(KPC)
PRMSE	Percentage Roots Mean Square Error
D (cm)	Flight diameter
Db (cm)	Barrel diameter
Ø (dgree)	Helix angle
s (cm)	Screw lead (pitch)
v	Number of flights
W_{FLT} (cm)	Flight width at direction of flow
W (cm)	Channel width at direction of flow
μ_F	Conveying efficiency
N (rev/sec)	Screw speed
ρ_b (g/cm^3)	Bulk density of the polymer
H (cm)	Flight depth
E (cm)	Flight width
δ_{FLT}(cm)	Flight clearance
L (cm)	Length of metering zone
Q_d(cm^3/s)	drag flow
Q_p(cm^3/s)	Pressure flow
Q_L (cm^3/s)	Leakage flow
Q_{Total}(cm^3/s)	Total flow
dP (dyne/cm^2)	Pressure difference across the metering zone
μ(poise)	Melt shear viscosity
P_{max}(dyne/cm^2)	Maximum pressure
Q_{max}(cm^3/s)	Maximum flow rate
R_1(cm)	Radius of the die
L_1 (cm)	length of the die
ΔP (dyne/cm^2)	Pressure drop over the die
K	Function of the die geometry
τ (dyne/cm^2)	Shear stress
$\dot{\gamma}$ (s^{-1})	Shear rate
λ (poise)	tensile viscosity
$\dot{\varepsilon}$ (s^{-1})	tensile strain
Δp_s (dyne/cm^2)	Pressure drop due to shear
Δp_E (dyne/cm^2)	Pressure drop due to extensional flow
P2 (dyne/cm^2)	Pressure drop at die entry
Q_{die}(cm^3/s)	Flow in die
P_{op} (dyne/cm^2)	Pressure at operating pint
Q_{op} (cm^3/s)	Flow at operating point
T (^{0}C)	Test temperature
F (dyne)	weigh force
S (sec)	factor of standard time (10 minutes=600s),
t (sec)	time needed for V amount of materials to flow through the capillary
m (gram)	amount of materials flowing through the capillary under t time
ASTM	American Society for Testing and Materials
R_P (cm)	Piston radius
R_C (cm)	Capillary radius

L_C (cm)	Capillary length
$\dot{m}(g/s)$	Mass flow rate
$\rho_m(g/cm^3)$	Melt density
μ^*_{obs}(poise)	Observed viscosity
μ^*_{fit} (poise)	Predicted viscosity (fit)
B_{SR}	Swell ratio
FEM	finite element method
FDM	finite difference method
BEM	boundary element method
CFD	computation fluid dynamic
μ_∞(poise)	infinite-shear-rate viscosity
μ_0(poise)	zero-shear-rate viscosity
β (sec)	natural time (i.e., inverse of the shear rate at which the fluid changes from Newtonian to power-law behavior)
a	index that controls the transition from the Newtonian plateau to the power-law region
n	power-law index