
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

EBP 402/3 – Mould & Die Design
[Rekabentuk Acuan & Dai]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper contains SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer **FIVE** questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

1. [a] "The main objective in the rheological configuration of the flow channels of flat slit dies is to obtain as uniform melt flow across the width of the lip opening as possible"

Suggest two die design features that can assist designers in achieving the above mentioned objective. Support your proposal with suitable schematic diagrams.

Objektif utama dalam konfigurasi reologi suatu saluran aliran bagi dai slit rata ialah memperoleh aliran leburan yang seragam mungkin di seluruh kelebaran bukaan bibir dai.

Cadangkan dua ciri rekabentuk yang mampu membantu pereka dalam mencapai objektif di atas. Sokong cadangan anda dengan rajah-rajah skematik yang sesuai.

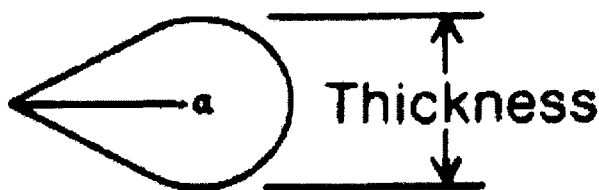
(50 marks/markah)

- [b] The calculation of shear rate ($\dot{\gamma}$) and pressure drop (ΔP) during extrusion is very crucial in deciding the optimum die design geometry such as die land length. If an extrudate is having the following geometry and dimension (refer to figure below), calculate the shear rate and die land length of an extrusion die that is operating with the following parameters;

$$\begin{aligned} \text{Pressure drop, } \Delta P &= 10 \text{ MPa} \\ \text{Mass flow rate, } m &= 1800 \text{ g/hr} \end{aligned}$$

Pengiraan kadar ricih ($\dot{\gamma}$) dan perubahan tekanan (ΔP) semasa proses pengestrudan adalah sangat penting dalam menentukan geometri rekabentuk dai misalnya panjang kawasan rata dai. Jika suatu ekstrudat mempunyai geometri dan dimensi berikut (rujuk rajah di bawah), kirakan kadar ricih dan panjang kawasan rata dai suatu dai pengestrudan yang beroperasi mengikut parameter-parameter berikut;

$$\begin{aligned} \text{Perubahan tekanan, } \Delta P &= 10 \text{ MPa} \\ \text{Kadar aliran jisim, } m &= 1800 \text{ g/hr} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Thickness / Ketebalan} &= 10 \text{ mm} \\ \alpha &= 30^\circ \end{aligned}$$

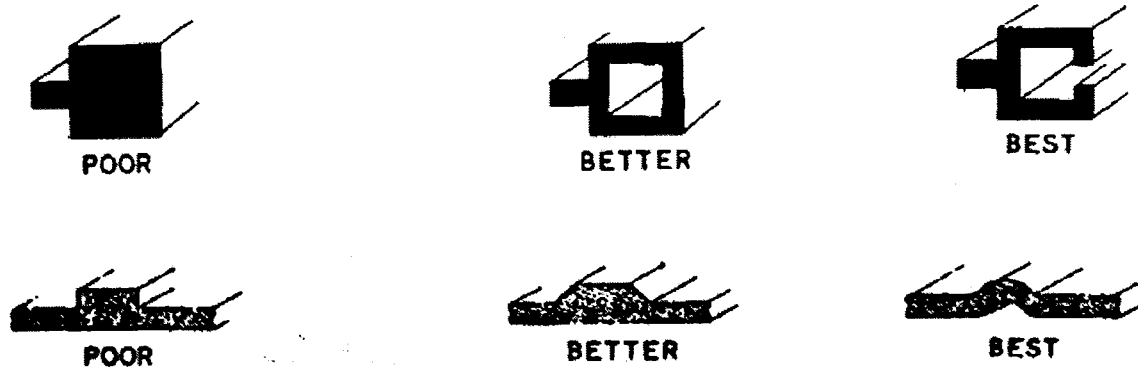
Assume that the viscosity of polymer melt is 800 Pa.s and its melt density is 780 kg m⁻³.

Anggapkan kelikatan polimer tersebut ialah 800 Pa.s dan ketumpatan leburan ialah 780 kg m⁻³.

(50 marks/markah)

...4/-

2.



- [a] The above figure displays several geometries of profile extrusion extrudates that are categorized into three levels in terms of their design requirements. Elaborate the basis used to categorize these design and explain why designs that are categorized as poor design should be avoided in designing extrusion dies.

Rajah di atas mempamerkan beberapa geometri bagi ekstrudat pengestrudan profil yang dikategorikan kepada tiga peringkat berdasarkan keperluan rekabentuk. Huraikan asas yang digunakan dalam mengkategorikan rekabentuk-rekabentuk tersebut dan terangkan mengapa rekabentuk-rekabentuk yang dikategorikan sebagai rekabentuk yang tidak baik perlu dihindari dalam merekabentuk dai-dai pengestrudan.

(50 marks/markah)

- [b] "A center-fed annular-shape die will always produce extrudate with weld lines due to inevitable presence of spider-legs or other mechanisms that are used to suspend the mandrel".

Based on the above statement, provide four design solutions that can be used to minimize or repair the existence of weld lines. Support your solutions with appropriate diagram and example.

"Suatu dai bentuk anular suap-pusat akan sentiasa menghasilkan ekstrudat yang mempunyai garis kimpal disebabkan kehadiran kaki lelabah atau mekanisme lain yang digunakan untuk memegang mandrel"

Berdasarkan kenyataan di atas, berikan empat penyelesaian rekabentuk yang boleh digunakan untuk mengurangkan atau memulihkan kewujudan garis kimpal. Sokong penyelesaian anda dengan rajah dan contoh yang sesuai.

(50 marks/markah)

3. [a] "A good representative simulation of actual extrusion process using software such as Cadmould requires reliable experimental input".

If rheological properties is taken as an example to explain the above statement, discuss rheological parameters that need to be used for the simulation to be a good and reliable representation of the actual process.

"Suatu simulasi perwakilan yang baik bagi suatu proses pengekstrudan sebenar dengan menggunakan perisian seperti Cadmould memerlukan input eksperimen yang baik."

Sekiranya sifat-sifat reologi digunakan sebagai satu contoh untuk menerangkan kenyataan di atas, bincangkan parameter-parameter reologi yang perlu digunakan bagi menjadikan simulasi yang diperolehi sebagai suatu perwakilan yang baik dan sah untuk proses sebenar.

(50 marks/markah)

- [b] **Relate** the effects of mould temperature on cycle time and product properties.

Kaitkan kesan suhu acuan terhadap masa pusingan penyuntikan dan sifat-sifat produk.

(30 marks/markah)

- [c] **Explain** the effects of using more than one gate in mould design.

Jelaskan kesan menggunakan lebih dari satu pintu dalam rekabentuk acuan.

(20 marks/markah)

4. [a] Given the information listed in Table 1, calculate the plasticising rate of Polypropylene (PP) and Polystyrene (PS) based on cellulose acetate.

Berdasarkan maklumat di dalam Jadual 1, kirakan kadar pemplastikan bagi Polipropilena berdasarkan selulosa asetat.

Table 1 / Jadual 1

Material / Bahan	Bulk Factor / Faktor Pukul	Specific Gravity / Graviti Spesifik	Specific heat / Haba Spesifik
Cellulose acetate / Selulosa asetat	2.40	1.30	0.35
Nylon / Nilon	2.10	1.10	0.40
PVC Rigid / PVC Rigid	2.30	1.40	0.25
Polystyrene / Polistirena	2.00	1.05	0.32
Polypropylene / Polipropilena	1.94	0.90	0.46
Polycarbonate / Polikarbonat	1.75	1.20	0.30

(20 marks/markah)

- [b] Before tool design is commenced, it is necessary to determine the press capacity that will be required for successful operation, and the particular press size to be employed. List and discuss four factors that will affect your selection.

Sebelum rekabentuk alatan dimulakan, adalah penting untuk menentukan kapasiti tekanan yang diperlukan bagi memastikan kejayaan operasi dan saiz mesin yang diperlukan. Senarai dan bincangkan empat faktor yang akan mempengaruhi pemilihan anda.

(30 marks/markah)

- [c] Tables 2 and 3 show typical compositions of two different types of pre-hardened mould steels. Using the information provided, discuss the differences between the two grades of mould steels in terms of their mechanical and thermal properties with respect to injection moulding operation.

Jadual 2 dan 3 menunjukkan komposisi tipikal kandungan 2 jenis acuan keluli pra-terkeras yang berbeza. Berdasarkan maklumat yang diberi, bincangkan perbezaan-perbezaan antara dua acuan keluli tersebut berdasarkan sifat-sifat mekanikal dan terma yang diperlukan untuk operasi mesin pengacuanan suntikan.

Table 2 / Jadual 2

Component / Komponen	Weight / Berat (%)
Carbon / Karbon (C)	0.4
Chromium / Kromium (Cr)	1.9
Ferum / Ferum (Fe)	95.683 – 95.7
Manganese / Manganan (Mn)	1.5
Molybdenum / Molibdenum (Mo)	0.2
Phosphorous / Fosforus (P)	Max. 0.012
Sulphur / Sulfur (S)	Max. 0.005
Silicon / Silikon (Si)	0.3

Table 3 / Jadual 3

Component / Komponen	Weight / Berat (%)
Carbon / Karbon (C)	0.4
Chromium / Kromium (Cr)	1.9
Ferum / Ferum (Fe)	95.628 – 95.64
Manganese / Manganan (Mn)	1.5
Molybdenum / Molibdenum (Mo)	0.2
Phosphorous / Fosforus (P)	Max. 0.012
Sulphur / Sulfur (S)	Max. 0.06
Silicon / Silikon (Si)	0.3

(30 marks/markah)

- [d] Cooling cycle covers almost 65% of the total production time. Describe how the cooling process could be improved to reduce the production time.

Kitar penyejukan merangkumi 65% daripada keseluruhan masa pengeluaran. Bincangkan bagaimana proses penyejukan dapat diperbaiki bagi mengurangkan masa keseluruhan pengeluaran.

(20 marks/markah)

5. [a] As a mould design engineer you are required to design a family mould. **Explain** four (4) parameters that need to be considered in designing this type of mould.

Sebagai jurutera rekabentuk acuan, anda dikehendaki merekabentuk acuan keluarga. Jelaskan empat (4) parameter yang perlu dipertimbangkan untuk merekabentuk acuan jenis ini.

(20 marks/markah)

- [b] For Polyethylene (PE), Polypropylene (PP) and Polystyrene (PS), heater is not used in the mould compared to other types of plastics. Please **explain** on the statement.

Untuk Polietilena (PE), Polipropilena (PP) dan Polistirena (PS), pemanas tidak digunakan pada acuan berbanding jenis plastik yang lain. Jelaskan pernyataan tersebut.

(20 marks/markah)

- [c] Cold runner system is usually used for mould design because of several reasons. However, hot runner system is also used. As a production engineer, you want to use hot runner system for production of plastics parts. **Convince** your Production Manager the advantages of using hot runner system by writing a paper work.

Sistem peparit sejuk biasanya digunakan untuk rekabentuk acuan kerana beberapa sebab. Walau bagaimanapun, sistem peparit panas juga digunakan. Sebagai jurutera pengeluaran, anda ingin menggunakan sistem peparit panas untuk pengeluaran produk plastik. Yakinkan Pengurus Pengeluaran anda tentang kelebihan menggunakan sistem peparit panas dengan menulis satu kertas kerja.

(60 marks/markah)

6. [a] Design parameters for cooling channels are number, diameter, thermal conductivity of mould material and location of channel. **Explain** the parameters listed and **recommend** the most important parameter by giving reasonable justification.

*Parameter rekabentuk untuk saluran penyejukan ialah jumlah, diameter, kekonduksian terma bahan acuan dan lokasi saluran. **Jelaskan** parameter yang disenaraikan dan **cadangkan** parameter yang paling penting dengan memberikan justifikasi yang munasabah.*

(60 marks/markah)

- [b] One single cavity production mould cost RM120,000 and is expected to produce four (4) million products. Machine cost is RM90 per hour. Cycle time per product is 15 second. **Calculate:**
- (i) Mould cost per product.
 - (ii) Mould cost per product if four cavity mould is used (RM60,000 more expensive than single cavity mould).
 - (iii) Machine cost per product (for both moulds).
 - (iv) Total saving in machine cost if four cavity mould is used.

*Satu acuan pengeluaran kaviti tunggal berharga RM120,000 dan dijangka menghasilkan empat (4) juta produk. Kos mesin ialah RM90 per jam. Masa satu pusingan penyuntikan per produk ialah 15 saat. **Kirakan:***

- (i) *Kos acuan per produk.*
- (ii) *Kos acuan per produk jika acuan empat kaviti digunakan (RM60,000 lebih mahal dari acuan kaviti tunggal).*
- (iii) *Kos mesin per produk (untuk kedua dua acuan).*
- (iv) *Jumlah penjimatan untuk kos mesin jika acuan empat kaviti digunakan.*

(40 marks/markah)

7. [a] Discuss on how do you classify good and bad mould design with respect to injection moulding operation.

Bincangkan bagaimana anda mengklasifikasi rekabentuk acuan yang baik dan buruk bagi mesin pengacuanan suntikan.

(30 marks/markah)

- [b] Aluminium and beryllium copper are two types of most effective mould materials for high injection moulding machine production output. Discuss the advantages and disadvantages of both types of materials.

Aluminium dan berillium adalah dua bahan acuan untuk penghasilan pengeluaran yang tinggi melalui mesin pengacuanan suntikan. Bincangkan kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan kedua-dua bahan tersebut.

(30 marks/markah)

- [c] Using the parameters below, calculate the drawback pressure of direct hydraulic clamp system of injection moulding machine with cylindrical ram and piston. Consequently, calculate the drawback tonnage of the injection moulding system if the machine is operated using toggle closing mechanism.

Menggunakan parameter-parameter di bawah, kirakan tekanan berbalik mesin pengacuanan suntikan menggunakan sistem hidraulik dengan piston dan ram silinder. Seterusnya, kirakan "tonnage" berbalik bagi mesin pengacuanan suntikan yang beroperasi menggunakan kaedah penutupan "toggle".

Diameter of piston / Diameter piston (D_p): 100 mm

Diameter of ram / Diameter ram (D_r): 50 mm

Maximum hydraulic line pressure: 100 MPa

Clamping tonnage: 4000 kg

(40 marks/markah)