مشق 14

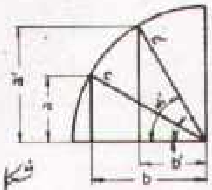
مندرجہ ذیل جدول میں نامعلوم قیمتیں درج کریں ۔ موضوع 14.3 کے نیچے دیئے گئے جدول کا استعمال کریں :۔

ISO Fit	Hole max. size min. size	Shaft max. size min size	clearance max. min	interferance max. min.	Kind of Fit
18 H7/r6	18.018	18.034	---	0.034	interferance Fit
	18.000	18.023	---	0.005	
30 H7					
90 H7/d9					
120 H7/n6					
50 H7/e8					
	40.025	40.033			
	40.000	40.017			
85 H7		84.880			
		84.793			
	25.021		---	0.041	
	25.000		---	0.007	
68 H7			0.136		
			0.060		
	100.035		0.044	0.013	
	100.000		---	---	

باب 15

مُثلّثی نسبتیں (Trigonometric ratios)

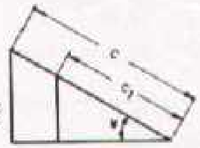
مُثلّثی نسبتیں قائمۃ الزّاویہ مثلث کے دو اَضلاع اور ایک زاویے کے درمیان نسبت کو ظاہر کرتی ہیں۔
شکل 15.01 میں دکھلایا گیا ہے کہ ضلع a یعنی عمُود (perpen cular) کی لمبائی زاویہ α کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ بڑھتی جاتی ہے گی۔



شکل 15.01

اسی طرح ضلع b یعنی قاعدہ (base) کی لمبائی ضلع a اور زاویہ α کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ کم ہوتی جاتی ہے گی۔

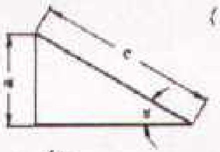
اگر زاویہ α کی قیمت مُستقل رکھیں تو ضلع c یعنی وتر (hypotenuse) کی لمبائی تبدیل کرنے سے دُوسرے اَضلاع a اور b کی لمبائیاں بھی اثر انداز ہوں گی۔ (شکل 15.02)



شکل 15.02

قائمۃ الزاویہ مثلث کے اَضلاع کی مُندرجہ ذیل عام نسبتیں زاویہ α کی قیمتوں پر اثر انداز ہوتی ہیں اور ان کو مخصوص ناموں سے موسُوم کیا جاتا ہے۔

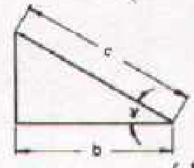
1 — عمُود اور وتر کی نسبت کو سائین (Sine) کہتے ہیں۔ (شکل 15.03)



شکل 15.03

سائین α = عمُود / وتر یا $\frac{a}{c} = \text{Sin } \alpha$

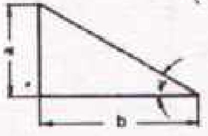
2 — قاعدہ اور وتر کی نسبت کو کوسائین (Cosine) کہتے ہیں۔ (شکل 15.04)



شکل 15.04

کوسائین α = قاعدہ / وتر یا $\frac{b}{c} = \text{Cos } \alpha$

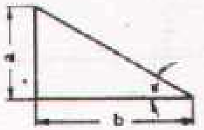
3 — عمُود اور قاعدہ کی نسبت کو ٹینجنٹ (tangent) کہتے ہیں۔ (شکل 15.05)



شکل 15.05

ٹینجنٹ α = عمُود / قاعدہ یا $\frac{a}{b} = \tan \alpha$

4 — قاعدہ اور عمُود کی نسبت کو کوٹینجنٹ (Cotangent) کہتے ہیں۔ (شکل 15.06)



شکل 15.06

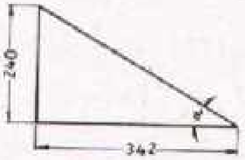
کوٹینجنٹ α = قاعدہ / عمُود یا $\frac{b}{a} = \text{Cot } \alpha$

15.1 — مثلثی نسبت کا جدول پڑھنا (Reading Trigonometric Tables) :

اگر مثلثی نسبت کی قیمت معلوم ہو تو زاویہ α کی صحیح قیمت معلوم کر سکتے ہیں -

مثال : زاویہ α کی درجوں، منٹوں اور سیکنڈوں میں قیمت معلوم کریں -

حل : شکل 15.07 سے



شکل 15.07

$$\tan \alpha = \frac{\text{Perpendicular}}{\text{Base}}$$

$$= \frac{240}{342} = 0.7002$$

ٹینجنٹ کے جدول میں 0.7002 کی قیمت معلوم کر سکتے ہیں -

دوسری صورت میں شکل 15.08 سے

شکل 15.08

$$\text{Sin } \alpha = \frac{\text{Perpendicular}}{\text{hypotenuse}}$$

$$= \frac{240}{418.5} = 0.5736$$

سائین کے جدول میں 0.5736 کی قیمت معلوم کر سکتے ہیں -

اوپر دونوں صورتوں میں ٹینجنٹ اور سائین کے جدولوں میں مندرجہ ذیل طریقے سے قیمتیں معلوم کرتے ہیں :-

ٹینجنٹ کے جدول میں

Drgrees	0	10	20	30
20				
25				
30	0.5774	0.5812	0.5851	0.5890
35	0.7002	0.7046	0.7089	0.7177
40	0.8391			

سائین کے جدول میں

Drgrees	0	10	20
20			
25			
30	0.5000	0.5025	0.5050
35	0.5736	0.5760	0.5783
40	0.6428	0.6450	

نتیجہ :

$35^\circ \longrightarrow 0.7002$

$\tan 0.7002 = \tan 35^\circ$

لہٰذا شکل 15.07 میں دکھلائی گئی مثلث میں زاویہ α کی قیمت 35° ہے -

$\therefore \alpha = 35^\circ$

نتیجہ :

$35^\circ \longrightarrow 0.5736$

$\text{Sin } 0.5736 = \text{Sin } 35^\circ$

لہٰذا شکل 15.08 میں دکھلائی گئی مثلث میں زاویہ α کی قیمت 35° ہے -

$\therefore \alpha = 35^\circ$

مشق 15

1 – جدول سے tan 0.0699 ; tan 0.3640 ; tan 0.3346 ; tan 0.5890 اور tan 0.3607 کی قیمتیں معلوم کریں۔

2 – جدول سے Sin 0.1736 اور Sin 0.3311 کی قیمتیں معلوم کریں۔

3 – زاویوں 15' , 30 , 20 اور 40' 42° کی ٹینجنٹ کے جدول میں قیمتیں معلوم کریں۔

4 – زاویوں 20' , 50' 25° اور 10' 2° کی سائین کے جدول میں قیمتیں معلوم کریں۔

5 – اشکال 15.09 تا 15.11 میں مطلوبہ قیمتیں معلوم کریں:–

شکل 15.09

زاویہ α کی قیمت معلوم کریں۔

شکل 15.10

زاویہ α کی قیمت معلوم کریں۔

شکل 15.11

عمود کی لمبائی معلوم کریں۔

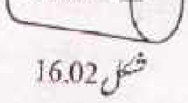
نوٹ: مثلثی نسبت کے جدول صفحہ 188 تا 191 پر ملاحظہ کریں۔

باب **16**

جھکاؤ۔ سلامی (Inclination - Tapering)

شکل 16.01

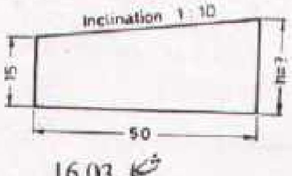
کسی جاب کی لمبائی کے تعلق سے اُس کی اُونچائی میں تبدیلی کو جھکاؤ کہتے ہیں۔
اُوپر بیان کردہ وضاحت کا اطلاق صرف ایسے جابوں پر ہوتا ہے جو صرف ایک طرف
سے ترچھی ہوں۔ (شکل 16.01)
کسی جاب کے قطر (برائے مخروط) یا اطراف کی لمبائی (برائے قطاع اہرام) میں لمبائی کے تعلق سے تبدیلی کو سلامی کہتے ہیں۔
اُوپر بیان کردہ وضاحت کا اطلاق ایسے جابوں پر ہوتا ہے جو دو مخالف سمتوں میں ترچھی
ہوں۔ (شکل 16.02)



شکل 16.02

16.1 جھکاؤ :

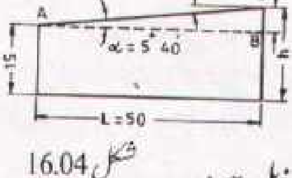
1:10 جھکاؤ کی نسبت (Inclination ratio) کا مطلب
یہ ہوتا ہے کہ جاب کی اُونچائی ہر 10 ملی میٹر لمبائی پر 1 ملی میٹر تبدیل ہوتی ہے
جیسا کہ کُل لمبائی 50 ملی میٹر ہے تو ضلع "h" 20 ملی میٹر ہوگا۔ شکل 16.03



شکل 16.03

$$h = 15\text{ mm} + \frac{50}{10}\text{ mm} = 20\text{ mm}$$

اگر جھکاؤ کی نسبت نہ بھی دی گئی ہو تو ضلع h́ کی اُونچائی معلوم کی جا سکتی ہے۔
بشرطیکہ جھکاؤ کا زاویہ (angle of Inclination) معلوم ہو۔
h معلوم کرنے کے لیے مثلث ABC کو قائمۃ الزاویہ مثلث، اُونچائی h́ کو
عمود اور ضلع L کو قاعدہ تصوّر کرنا ہوگا۔ اُونچائی 15 ملی میٹر میں h́ کی اُونچائی
جمع کرنے سے کُل اُونچائی h حاصل ہوتی ہے۔ (شکل 16.04)



شکل 16.04

شکل میں دکھلائی گئی جاب کے لیے کُل اُونچائی h معلوم کرنے کا طریقہ حسبِ ذیل ہے :-

معلوم : base (L) = 50 mm ; angle α = 5° 40′ ;
small height = 15 mm

حل :

پہلے اُونچائی h́ معلوم کرتے ہیں۔

$$\tan\alpha = \frac{\text{perpendicular }(h')}{\text{base }(L)}$$

$h' = \tan\alpha \times L$

$h' = \tan 5°40' \times 50$

$= 0.0992 \times 50$

$= 4.96$ mm

$h' \cong 5$ mm

پھر اُونچائی h معلوم کرتے ہیں۔

h = small height + h'

$= 15\text{ mm} + 5\text{ mm}$

$= 20\text{ mm}$

16.2 — سلامی :

ا : نسبت سلامی (taper ratio) کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ ایک گول جاب کا قطر ہر 5 ملی میٹر کی لمبائی پر 1 ملی میٹر تبدیل ہوتا ہے۔

شکل 16.05

جیسے شکل 16.05 میں جاب کی کُل لمبائی 40 ملی میٹر دکھلائی گئی ہے تو بڑا قطر (D) 28 ملی میٹر ہوگا۔

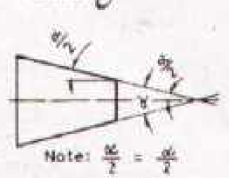
$$D = d + \frac{40}{5}\ \text{mm}$$
$$= 20\ \text{mm} + 8\ \text{mm} = 28\ \text{mm}$$

مخروطی جابوں کو خرادنے کے لیے عموماً بڑا قطر معلوم ہوتا ہے اور چھوٹا قطر معلوم کرنا ہوتا ہے۔

شکل 16.06

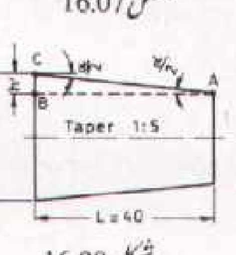
اگر نسبت سلامی دی گئی ہو تو حسب ذیل طریقے سے چھوٹا قطر (d) معلوم کرتے ہیں (شکل 16.06)

$$d = D - \frac{40}{5}\ \text{mm}$$
$$= 28\ \text{mm} - 8\ \text{mm} = 20\ \text{mm}$$



شکل 16.07

خراد مشین پر سلامی خرادنے کے لیے سیٹنگ اینگل کی ضرورت پڑتی ہے۔ یہ سیٹنگ اینگل مخروط کے کُل زاویے سے آدھا ہوتا ہے (شکل 16.07)
اگر ڈرائنگ میں سیٹنگ اینگل ($\frac{\alpha}{2}$) نہ دیا گیا ہو تو اس کی قیمت معلوم کرنی پڑتی ہے اور یہ اسی طرح معلوم کیا جاتا ہے جس طرح جھکاؤ معلوم کرتے ہیں۔ اس طرح قائمۃ الزاویہ مثلث میں ضلع L کو قاعدہ اور ضلع h کو عمود تصور کرتے ہیں۔ (شکل 16.08)



شکل 16.08

عمل 1 : اگر چھوٹا قطر d نہ دیا گیا ہو تو اس کو نسبت سلامی سے معلوم کرتے ہیں۔

$$d = D - \frac{40}{5}\ \text{mm} = 28\ \text{mm} - 8\ \text{mm} = 20\ \text{mm}$$

عمل 2 : اب عمود h کی اونچائی معلوم کرتے ہیں۔

$$2 \times h = D - d \qquad \therefore\ h = \frac{D-d}{2} = \frac{28-20}{2} = 4\ \text{mm}$$

عمل 3 : مثلثی نسبت کے اطلاق سے $\frac{\alpha}{2}$ معلوم کرتے ہیں۔

$$\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{\text{perpendicular (h)}}{\text{base (L)}} = \frac{4\ \text{mm}}{40\text{m}} = 0.1$$

عمل 4 : جدول سے tan 0.1 کی قیمت معلوم کرنے سے

$$\tan 0.1 = \tan 5\ 40 \quad \therefore\ \frac{\alpha}{2} = 5\ 40'$$

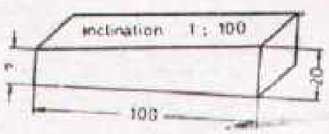
مشق 16

1 — جدول سے مندرجہ ذیل کی قیمتیں معلوم کریں:—

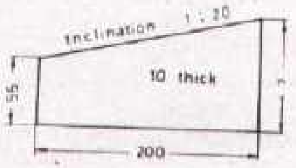
(a) Sin 14° (b) tan 25° (c) Sin 42° (d) tan 42°

2 — معیاری سلامی پائپ کا جھکاؤ 1 : 100 ہے۔ شکل 16.09 میں دکھلائی گئی نامعلوم اونچائی معلوم کریں۔

3 — فولادی چادر کے ڈھکنے کی اونچائی معلوم کریں۔ (شکل 16.10)



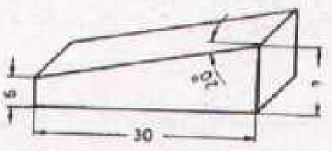
شکل 16.10



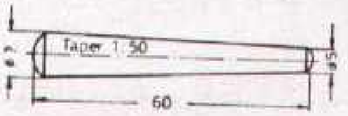
شکل 16.09

4 — شکل 16.11 میں دکھائے گئے باب کی اونچائی معلوم کریں۔

5 — سلامی پن کی معیاری نسبت سلامی 1:50 ہے۔ ⌀5 × 60 سائز کی پن کا بڑا قطر معلوم کریں۔ (شکل 16.12)



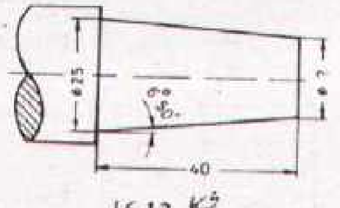
شکل 16.11



شکل 16.12

6 — شکل 16.13 میں دکھلائی گئی مخروطی شافٹ کا چھوٹا قطر معلوم کریں۔

7 — سیٹنگ اینگل معلوم کریں (شکل 16.14)

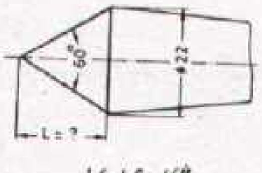


شکل 16.13

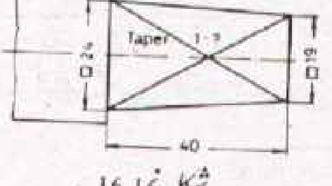
شکل 16.14

8 — خراد کے سنٹر کی لمبائی L معلوم کریں (شکل 16.15)

9 — نسبت سلامی معلوم کریں۔ (شکل 16.16)



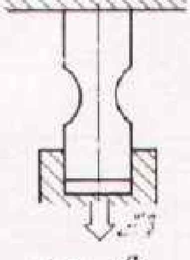
شکل 16.15



شکل 16.16

باب **17**

طاقت (Strength)



شکل 17.01

جب کسی میٹریل پر قوّت کا اطلاق ہوتا ہے تو میٹریل کی اندرُونی ساخت اُس قوّت کے مُخالف زور کی حالت میں ہوتی ہے۔ اِس لیے جاب کا میٹریل اور اُس کی پیمائش اس پر کام کرنے والے زور (Stress) کی قسم اور مقدار کے مُطابق منتخب کرنا چاہیئے (شکل 17.01)

زور یعنی (Stress) کی قسم کا انحصار جاب کے طرزِ استعمال پر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر کہ آیا جاب پر دباؤ پڑ رہا ہے یا اس پر مروڑنے والی قوّت اثر انداز ہو رہی ہے

17.1 — قوّت اور اُس کی اِکائیاں :

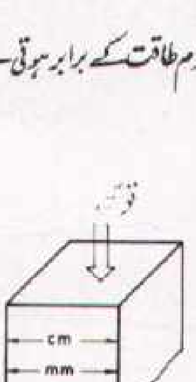
جیسا کہ باب 12 میں بیان کیا جا چُکا ہے کہ قوّت کو نیوٹن (N) سے ظاہر کرتے ہیں۔ اِس کی صحیح تعریف یہ ہے :-

1 نیوٹن (N) وُہ طاقت یا قوّت ہوتی ہے جو 1 کلوگرام کمیت کو 1 میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ کا اسراع دے۔

سادہ الفاظ میں یُوں بیان کیا جا سکتا ہے کہ تقریباً 10 نیوٹن کی قوّت 1 کلوگرام طاقت کے برابر ہوتی ہے۔

$$1\ \text{kgf} \approx 10\ \text{N}$$

17.2 — قوّت فی اِکائی رَقبہ یعنی دَباؤ (Pressure)



شکل 17.02

کسی جاب پر قوّت کا اِطلاق ایک مخصُوص عمُودی تراش کے رَقبے پر ہوتا ہے۔ (شکل 17.02)

اِستعمال کی جانے والی رَقبے کی اِکائیوں کے مُطابق دَباؤ کو اِس طرح بیان کر سکتے ہیں۔

دباؤ (σ) = قوّت (F) نیوٹن میں / رقبہ (A) مُربع ملی میٹر میں یعنی

$$\sigma = \frac{N}{mm^2}$$

اگر دَباؤ کی ایک قسم کی اِکائیوں کو دُوسری قسم کی اکائیوں میں تبدیل کرنا ہو تو اِس طرح کرتے ہیں :-

$$100\ N/cm^2 = 1\ N/mm^2$$

مثال :

نیوٹن فی مربع سنٹی میٹر اور فی مربع ملی میٹر میں دباؤ معلوم کریں۔ (شکل 17.03)

معلوم :

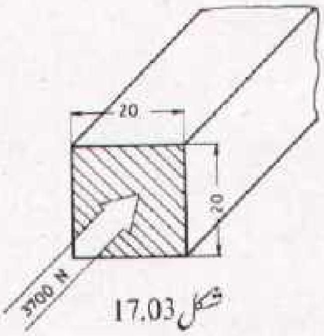
Force (F) = 3700 N

Area (A) = 4 cm^2 = 400 mm^2

حل :

Pressure (F/cm^2) = 3700 N ÷ 4 cm^2

= 925 N/cm^2

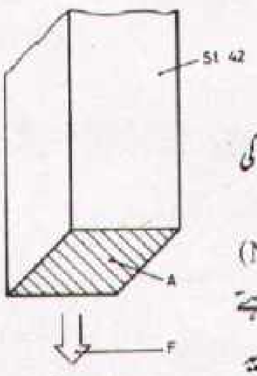


شکل 17.03

Pressure (F/mm^2) = 3700 N ÷ 400 mm^2

= 9.25 N/mm^2

17.3 — طاقت کھچاؤ (tensile strength)



شکل 17.04

کسی میٹریل پر کھچاؤ کی قوت یا وزن کے مخالف مزاحمت کو میٹریل کی طاقت کھچاؤ کہتے ہیں۔

یہ نیوٹن فی مربع ملی میٹر (N/mm^2) یا نیوٹن فی مربع سنٹی میٹر (N/cm^2) میں ظاہر کرتے ہیں اور اس کا مخفف سگما σ (Sigma) ہوتا ہے
شکل 17.04 میں دکھائی گئی مثال میں St 42 معیار کے فولاد کا یہ مطلب ہوتا ہے کہ اس فولاد کی اکائی مربع ملی میٹر عمودی تراشش کے رقبے کی کھچاؤ کے خلاف 420 نیوٹن طاقت تک مزاحمت ہے۔

فارمولا :

$$\text{طاقت کھچاؤ } (\sigma) = \frac{\text{اطلاقی طاقت } (F)}{\text{عمودی تراش کا رقبہ } (A)}$$

$$\sigma \ (N/cm^2) = \frac{F\ (N)}{A\ (mm^2)}$$

مثال :

میٹریل کی طاقت کھچاؤ σ معلوم کریں جبکہ اس پر 24000 نیوٹن کی قوت کام کر رہی ہو اور عمودی تراش

کا رقبہ 48 مُربع ملی میٹر ہو۔

معلوم :

$$F = 24000\ N$$

$$A = 48 mm^2$$

حل :

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{24000\ N}{48 mm^2} = 500\ N/mm^2$$

St 0 معیار کا سٹیل استعمال ہو سکتا ہے۔

طاقت کھچاؤ معلوم کرنے کے بجائے زیادہ تر زیادہ سے زیادہ کھچاؤ میں وزن جو کہ میٹریل یا جاب یا کوئی بھی پُرزہ برداشت کر سکے، معلوم کرتے ہیں۔ اِس صورت میں فارمولے میں مختلف قدروں یا مخففات کی جگہ میں اَول بدل کرتے ہیں۔

مثال : زیادہ سے زیادہ وزن معلوم کریں جو 5 ملی میٹر قطر، St 60 کی زنجیر برداشت کر سکتی ہے۔ (شکل 17.05)

نوٹ : عمُودی تراش کا رقبہ ایسی زنجیر کے لیے دوگنا لیا جاتا ہے۔

معلوم :

$$d = 5\ mm$$

$$\sigma = 600\ N/mm^2$$

حل : پہلے عمُودی تراش کا رقبہ (A) معلوم کریں گے۔

$$A = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{5^2 \times \pi}{4} = 19.64\ mm^2$$

زنجیر کے لیے دوگنا لیا جاتا ہے۔

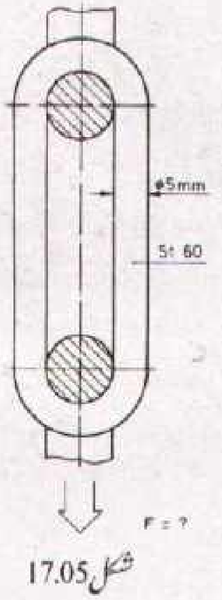
$$\therefore A = 19.64 \times 2 = 39.28\ mm^2$$

اب قوّت (F) معلوم کریں گے۔

$$F = \sigma \times A$$

$$= 600\ N/mm^2 \quad 39.28\ mm^2$$

$$= 23568\ N$$



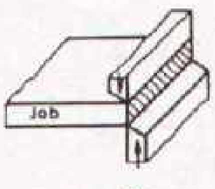
شکل 17.05

نوٹ :

حفاظتی نقطۂ نظر کے تحت عام طور پر اس نظریاتی زیادہ سے زیادہ معلوم کردہ وزن کا پُورا پُورا اطلاق نہیں کرتے۔ ایک حفاظتی جُزِ ضربی منتخب کرتے ہیں جو اس معلوم کردہ زیادہ سے زیادہ وزن کو حفاظتی اجازتی وزن (Safety permitted load) تک کم کر دے۔

17.4 طاقت قینچ (Shearing strength) :

میٹریل کی کٹائی یا قینچ کے خلاف مزاحمت کو طاقت قینچ کہتے ہیں۔ یہ نیوٹن فی مُربع ملی میٹر (N/mm^2) یا



نیوٹن فی مربع سنٹی میٹر (N/ cm²) میں لکھی جاتی ہے۔ شکل 17.06
اس کا مخفف τ (ٹاؤ Tau) ہے۔
طاقت قینچ کا حساب طاقت کھچاؤ سے کرتے ہیں۔

$$\tau = 0.8 \times \sigma$$

شکل 17.06

مثال :

میٹریل کی طاقت قینچ معلوم کریں جبکہ 60 مربع ملی میٹر عمودی تراش کے رقبے کی جاب کو 30000 نیوٹن قوت کے اطلاق سے قینچنا درکار ہو۔

نوٹ : عمل 1 : طاقت کھچاؤ معلوم کریں۔ عمل 2 : قینچ طاقت معلوم کریں۔

معلوم : F = 30000 N A = 60 mm²

حل :

$$\sigma = \frac{\text{Applied force}}{\text{area}}$$

$$= \frac{30000\ N}{60\ mm^2} = 500\ N/mm^2$$

$$\tau = 0.8 \times \sigma = 0.8 \times 500\ N/mm^2$$

$$= 400\ N/mm^2$$

اس طریقے سے عموماً یہ بھی معلوم کرتے ہیں کہ کسی میٹریل کو دیے گئے عمودی تراش کے رقبے کے مطابق زیادہ سے زیادہ کاٹنے کی طاقت کتنی درکار ہوگی ؟

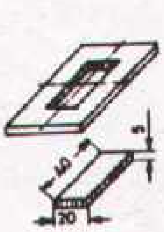
مثال : بلینکنگ ڈائی کے پنچ کے عمل کے لیے کتنی طاقت کٹائی درکار ہوگی ؟ (شکل 17.07)

نوٹ : عمل 1 : کاٹا جانے والا عمودی تراش کا رقبہ (A) معلوم کریں۔
عمل 2 : وزن کھچاؤ یا طاقت کھچاؤ F (σ) معلوم کریں۔
عمل : طاقت قینچ F (τ) معلوم کریں۔

معلوم :

A = according to drawing

Tensils strength (σ) = 340 N/mm²



شکل 17.07

حل :

A = perimeter × thickness of job

$$= (40 + 20 + 40 + 20) \times 5 = 600\ mm^2$$

$$F(\sigma) = \sigma \times A = 340\ N/mm^2 \times 600\ mm^2$$

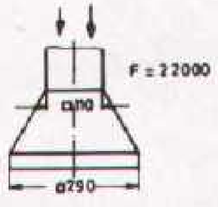
$$= 204000N$$

$$F(\tau) = 0.8 \times 204000N$$

$$= 163200N$$

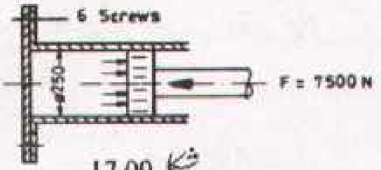
نوٹ : عملی طور پر اس معلوم کردہ طاقت کٹائی سے کچھ زیادہ طاقت کا اطلاق ہوتا ہے، کیونکہ پنچ اور ڈائی کی فٹ بہت زیادہ درست نہیں ہوتی۔

مشق 17



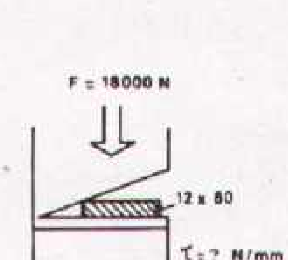
شکل 17.08

1 – شکل 17.08 میں دکھلائی گئی دونوں مربع سطحوں پر دباؤ فی اکائی رقبہ معلوم کریں ۔



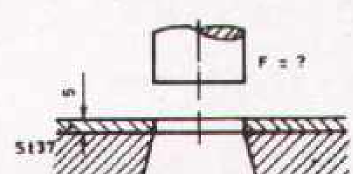
شکل 17.09

2 – (a) فلینج کے ڈھکنے پر نیوٹن فی مربع سنٹی میٹر میں دباؤ معلوم کریں ۔ (شکل 17.09)
(b) فلینج کے ڈھکنے پر لگے ہوئے چھ کابلوں پر ہر کابلے پر وزن کھچاؤ (tensile load) کی قیمت معلوم کریں ۔



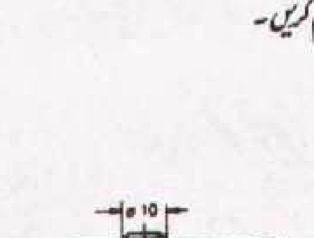
شکل 17.10

3 – شکل 17.10 میں دکھلائی گئی چھینی کی طاقت قینچ معلوم کریں ۔



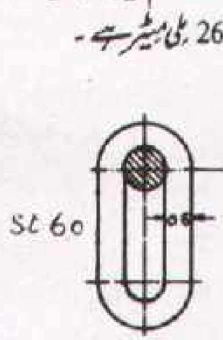
شکل 17.11

4 – فولاد کی چادر میں ٹھپے سے سوراخ کرنے کے لیے پنچنگ کی طاقت معلوم کریں ۔ (شکل 17.11)
ٹھپے کا قطر 26 ملی میٹر ہے ۔



شکل 17.12

5 – زیادہ سے زیادہ حفاظتی اجازتی قوت معلوم کریں جبکہ حفاظتی جز ضربی 200 فی صد ہے ۔ شکل 17.12



شکل 17.13

6 – حفاظتی اجازتی وزن معلوم کریں جبکہ یہ فرض کیا جائے کہ زیادہ سے زیادہ نظریاتی وزن کا 20 فی صد اطلاق ہوگا ۔ (شکل 17.13)

باب 18

وَقت، حرکت، رَفتار (Time – Motion – Speed)

ٹیکنالوجی میں وقت ایک اہم جز ہے۔ مثال کے طور پر :
ایک پمپ ایک گھنٹے میں 450 مکعب میٹر پانی مہیا کرتا ہے۔
ایک شافٹ ایک منٹ میں 205 مرتبہ گھومتی ہے۔
سان کے پہیئے کی رفتار کٹائی 20 میٹر فی سیکنڈ ہے۔

18.1۔ وقت کی اکائیاں :

ضرورت کے مطابق وقت کی مختلف اکائیاں استعمال کرتے ہیں، جن کا آپس میں تعلق ہوتا ہے۔

اگھنٹہ (h) = 60 منٹ

امنٹ (min) = 60 سیکنڈ (s)

جیسا کہ نیچے دی گئی مثال سے ظاہر ہے کہ اعشاریہ میں وقت کے اضعاف عام اعشاری نظام سے مختلف ہیں۔ تحسیب میں بعض اوقات جوابات وقت کی اعشاری کسر میں حاصل ہوتے ہیں۔

مثال : پانچ جابوں میں 9 منٹ میں سوراخ کیے گئے ہیں۔ اس طرح ایک جاب میں سوراخ کرنے کا وقت 1.8 منٹ ہوا۔ اس اعشاری کسر کو مندرجہ ذیل طریقے سے منٹوں اور سیکنڈوں میں تبدیل کرتے ہیں :

$$1.8 \text{ min} = 1 \text{ min.} + 0.8 \text{ min}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ sec} \; ; \; 0.1 \text{ min} = 6 \text{ sec}$$

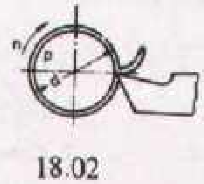
$$0.8 \text{ min} = 8 \times 6 \text{ sec} = 48 \text{ sec}$$

$$1.8 \text{ min} = 1 \text{ min} + 48 \text{ sec}$$

$$= 1 \text{ min } 48 \text{ sec}$$

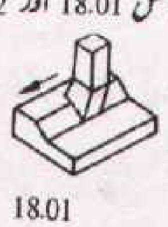
18.2۔ حرکت :

جب کوئی جسم اپنی جگہ تبدیل کرتا ہے تو یہ حرکت میں ہوتا ہے۔ اس وقت مندرجہ ذیل دو قسم کی حرکات کا مطالعہ کرتے ہیں۔ (شکل 18.01 اور 18.02)



18.02

گردشی یا زاویائی حرکت (Rotary or Angular motion)



18.01

خطی حرکت (Linear motion)

نوٹ : اصطلاح "حرکت"، صرف جسم کی حالت کو ظاہر کرتی ہے۔ کوئی جسم یا تو ساکن حالت میں یا حرکت کی

حالت میں ہوگا۔
جب کوئی جسم حرکت میں ہو اور اگر تو طے کردہ فاصلہ اور وقت، جس میں یہ فاصلہ طے ہوا ہو، دونوں دیے ہوئے ہوں تو اس سے جسم کی رفتار (Speed) ظاہر ہوتی ہے۔

18.3 — خطّی رفتار (Linear speed (velocity))

اگر کوئی جسم کوئی خاص فاصلہ کسی خاص وقت میں طے کرے تو اس سے جسم کی چال ظاہر ہوتی ہے۔ چال (speed) یا رفتار، فاصلہ اور وقت مندرجۂ ذیل مخففات سے ظاہر کرتے ہیں۔

v = speed

s = distance $\quad\quad v = \frac{s}{t}$

t = Time

مثال a :

فرض کیا کہ ایک کار 150 کلومیٹر کا فاصلہ تین گھنٹوں میں طے کرتی ہے۔ کار کی رفتار کیا ہوگی؟

معلوم :

$s = 150 \text{ km}; \quad t = 3\text{ h}$

حل :

$$v = \frac{s}{t}$$
$$= \frac{150 \text{ km}}{3\text{ h}} = 50 \text{ km/h}$$

مثال b :

فرض کیا، کار 65 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار پر چل رہی ہے۔ چار گھنٹوں میں کار کتنا فاصلہ طے کرے گی؟

معلوم :

$v = 65 \text{ km/h} \;;\; t = 4\text{ h}$

حل :

$$v = \frac{s}{t}$$
$$\therefore\ s = v \times t \quad 65 \text{ km/h} \times 4\text{ h} = 260 \text{ km}$$

مثال c : فرض کیا، کار 120 کلومیٹر کا فاصلہ 50 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے طے کرتی ہے۔ یہ فاصلہ کتنے وقت میں طے کیا گیا؟

معلوم : $v = 50 \text{ km/h} \quad s = 120 \text{ km}$

حل :

$$v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v} = \frac{120 \text{ km}}{50 \text{ km/h}} = 2.4\text{ h}$$
$$2.4\text{ h} = 2\text{ h} + 0.4\text{ h} = 2\text{ h} + 4 \times 6 \text{ min} = 2\text{ h } 24 \text{ min}$$

چونکہ فاصلہ اور وقت مختلف اکائیوں (یا ان کے اضعاف) میں ظاہر کیے جاتے ہیں۔ اس لیے رفتار کی اکائیاں بھی اِن اکائیوں کے لحاظ سے لکھی جاتی ہیں۔ عام طور پر رفتار کے لیے مندرجہ ذیل اکائیاں استعمال کرتے ہیں:۔

$$v = \frac{\text{killometer}}{\text{hour}} = \text{km/h} \qquad v = \frac{\text{meter}}{\text{min}} = \text{m/min}$$

$$v = \frac{\text{meter}}{\text{second}} = \text{m/sec}$$

رفتار کی ایک اکائی کو دوسری اکائی میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ مثلاً

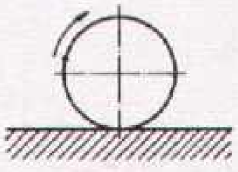
$$1\ \text{km/h} = 1000\ \text{m/h} = \frac{1000\ \text{m}}{60\ \text{min}} = 16.6\ \text{m/min}$$

$$1\ \text{km/h} = 16.6\ \text{m/min}$$

نوٹ: چونکہ 1 گھنٹے میں 60 منٹ ہوتے ہیں، اس لیے فی گھنٹہ رفتار کو فی منٹ رفتار میں یا برعکس تبدیل کرنے کے لیے 60 کا جُز مدِّنظر رکھنا چاہیے۔

18.2 گردشی یا زاویائی رفتار (Rotary Speed)

جب گردشی یا زاویائی رفتار کا حساب کرتے ہیں تو بنیادی طور پر خطی رفتار والے اُصول کے مطابق کرتے ہیں۔ (شکل 18.03) یعنی:



$$v = \frac{s}{t}$$

شکل 18.03

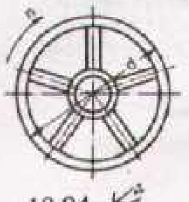
فاصلہ s کو بہر حال دائرے کے محیط اور چکروں کی تعداد سے معلوم کرتے ہیں۔ چکروں کی تعداد مخصوص وقت میں دی جاتی ہے۔ اس لیے اس میں وقت t کا جُز بھی شامل ہوتا ہے۔

فارمولا:

$$\boxed{v = d \times \pi \times n}$$

مثال a:

ایک پلی، جس کا قطر 0.3 میٹر ہے، n = 50 چکر فی منٹ پر گھوم رہی ہے، (شکل 18.04) پلی کی گردشی رفتار معلوم کریں۔



شکل 18.04

معلوم : $d = 0.3\ m$; $n = 50\ Rpm$

حل : $v = d \times \pi \times n$

$= 0.3\ m \times 3.14 \times 50\ Rpm$

$= 47.12\ m/min$

مثال b : فرض کیا، اگر مثال a میں پُلی کا قطر ملی میٹر میں دیا ہُوا ہو، جو اکثر ملی میٹر میں دیا جاتا ہے تو جواب یُوں ہوگا :

معلوم : $d = 300\ mm$; $n = 50\ Rpm$

حل : $v = d \times \pi \times n$

$= 300\ mm \times 3.14 \times 50\ Rpm$

$= 47120\ mm/min$

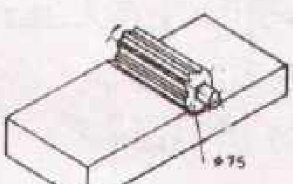
نوٹ : رفتار کی اکائی ملی میٹر فی منٹ بہت کم استعمال میں آتی ہیں اور عمُوماً رفتار کی اکائی میٹر فی منٹ (m/min) ہی استعمال ہوتی ہے، مگر چونکہ پُلیوں کا قطر اکثر ملی میٹر میں دیا ہوتا ہے، اس لیے رفتار کی اکائی میٹر فی منٹ براہِ راست مندرجہ ذیل فارمولے سے ہی حاصل کرتے ہیں ۔

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

اُوپر والی مثال کے لیے

$$v = \frac{300\ mm \times 3.14 \times 50}{1000}$$

$= 47.12\ m/min$



شکل 18.05

نوٹ : 1 میٹر = 1000 ملی میٹر

مثال c : کٹر کے چکر فی منٹ معلوم کریں جبکہ اس کا قطر 75 ملی میٹر اور گردشی رفتار 20 میٹر فی منٹ ہے۔ (شکل 18.05)

معلوم : $d = 75\ mm$ $v = 20\ m/min$

حل :

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000} \text{ or}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{d \times \pi} = \frac{20\ m/min \times 1000}{75\ mm \times 3.14} = 85\ Rpm$$

مثال d : فرض کیا اگر مثال c میں n = 120 چکر فی منٹ دیے ہوں، تو کٹر کی گردشی رفتار کیا ہوگی ؟

معلوم : $d = 75\ mm$ $n = 120\ Rpm$

حل :

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000} = \frac{75\ mm \times 3.14 \times 120\ Rpm}{1000}$$

$= 28.26\ m/min$

نوٹ : کٹائی کے ٹُولز کی گردشی رفتار کو عمُوماً رفتارِ کٹائی بھی کہتے ہیں ۔

مشق 18

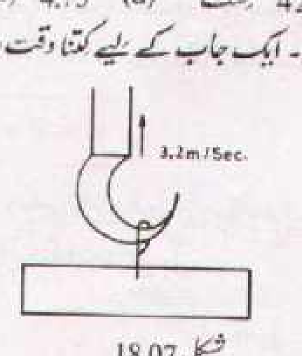
1 ۔ گھنٹوں اور منٹوں میں تبدیل کریں :۔

(a) 1.5 گھنٹے (b) 2.8 گھنٹے (c) 3.25 گھنٹے (d) 14.2 گھنٹے

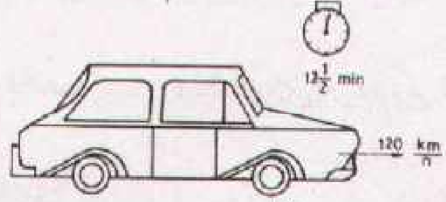
2 ۔ منٹوں اور سیکنڈوں میں تبدیل کریں :۔

(a) 27.3 منٹ (b) 16.7 منٹ (c) 42.9 منٹ (d) 4.75 منٹ

3 ۔ 6 جابوں کی ویلڈنگ کے لیے 80 منٹ درکار ہوتے ہیں۔ ایک جاب کے لیے کتنا وقت درکار ہوگا؟ (منٹ اور سیکنڈ میں معلوم کریں)



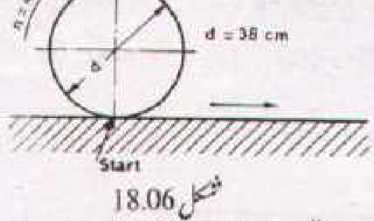
شکل 18.07



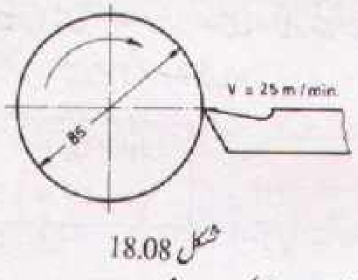
شکل 18.06

4 ۔ کلومیٹر اور میٹر میں فاصلہ معلوم کریں جو کار $12\frac{1}{2}$ منٹ میں طے کرے گی۔ (شکل 18.06)

5 ۔ 0.2 منٹ میں کتنی اونچائی تک وزن اٹھایا جائے گا؟ (شکل 18.07)



شکل 18.06

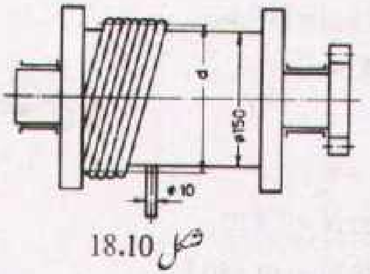


شکل 18.08

6 ۔ چکر فی منٹ معلوم کریں۔ (شکل 18.08)

7 ۔ پہیے کی گردشی رفتار معلوم کریں نیز 5 منٹ میں پہیہ کتنا فاصلہ طے کرے گا؟ (شکل 18.09)

8 ۔ شکل 18.10 میں دکھلائی گئی میکانکی کے لیے مندرجہ ذیل معلوم کریں۔



شکل 18.10

(a) 26 میٹر لمبے رستے کو لپیٹنے کے لیے کتنے چکر درکار ہوں گے؟

(b) اگر رستہ لپیٹنے والی چرخی 25 چکر فی منٹ پر گھوم رہی ہو تو اس کی گردشی رفتار کیا ہوگی؟

(c) 26 میٹر لمبے رستے کو لپیٹنے کے لیے درکار وقت معلوم کریں۔

باب 19

کام اور طاقت (Work and power)

کسی جسم کو ایک جگہ سے دُوسری جگہ کسی خاص فاصلے تک منتقل کرنے کے لیے قوّت کے اطلاق کو کام کہتے ہیں ۔ قوّت (F) اور فاصلہ (s) کو ضرب دے کر کام (W) کی مقدار معلوم کرتے ہیں ۔

کام = قوّت × فاصلہ

$$W = F \times s$$

اگر یہ کام کسی خاص وقت میں سرانجام پائے تو اس کو طاقت (power) کہتے ہیں ، یعنی اس کام کو اگر وقت سے تقسیم کر دیں ، تو طاقت حاصل ہوتی ہے ۔

$$\text{طاقت} = \frac{\text{قوّت} \times \text{فاصلہ}}{\text{وقت}} = \frac{\text{کام}}{\text{وقت}}$$

19.1 — کام اور اُس کی اکائیاں :

جیسا کہ قوّت کو نیوٹن اور فاصلے کو میٹر (یا میٹر کے اضعاف) میں ظاہر کیا جاتا ہے تو کام کی اکائیاں بھی اس لحاظ سے ہوں گی ۔ عموماً کام کو نیوٹن × میٹر (نیوٹن میٹر) میں ظاہر کرتے ہیں ۔ ایک نیوٹن میٹر (N m) ایک جول (J) کے برابر ہوتا ہے اور کام کو جول میں ظاہر کرتے ہیں ۔

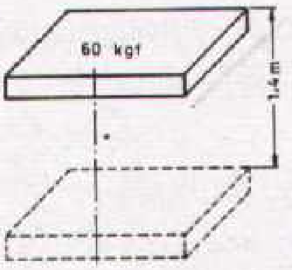
1 Joul (J) = 1 Newton (N) × 1 meter (m)

or 1 J = 1 N m

مثال :

شکل 19.01 میں دکھلائے گئے وزن کو اُٹھانے کے لیے کتنا کام درکار ہوگا ؟

معلوم :



شکل 19.01

$F = 60\ kgf = 600\ N$;

$s = 1.4\ m$

حل :

$$W = F \times s$$
$$= 600\ N \times 1.4\ m$$
$$= 840\ N\ m \text{ or } 840\ J$$

19.2 ـــ گردش کے دَوران کام :

اگر قوّت کا اطلاق گردشی حالت میں ہو تو طے کردہ فاصلہ محیط کو چکّروں کی تعداد سے ضرب دے کر معلوم کرتے ہیں -

کام = قوّت × فاصلہ ؛ فاصلہ = محیط × چکّروں کی تعداد

لہٰذا :

$$W = F \times d \times \pi \times n$$

مثال :

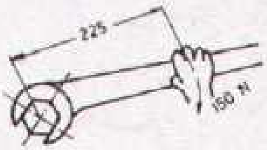
شکل 19.02 کے مُطابق کام کی مقدار معلوم کریں، جبکہ صرف دو چکّر دینے ہوں -

معلوم :

radius = 225 mm   d = 450 mm

F = 150 N ; n = 2 rev

حل :



شکل 19.02

$$W = F \times d \times \pi \times n$$
$$= 150\ N \times 0.45\,m \times 3.14 \times 2$$
$$= 423.9\ J$$

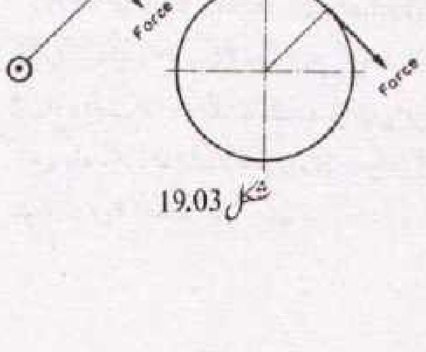
نوٹ : 450 ملی میٹر قطر کو میٹر میں تبدیل کریں -

19.3 ـــ ٹارک (Torque) :

کسی جسم کے گردشی حالت میں اگر کام ہو رہا ہو تو قوّت کا اطلاق گردشی جسم کے نصف قطر پر یا لیوَر کے سرے پر ہوتا ہے - اِس طرح قوّت (F) اور نصف قطر (r) کے حاصل ضرب کو ٹارک (M) کہتے ہیں - شکل 19.03 -

Torque (M) = Force (F) × radius (r)

$$M = F \times r$$



شکل 19.03

ٹارک کو بھی جوُل (J) میں ظاہر کرتے ہیں اور اِس کا مخفف "M" ہے -

مثال a :

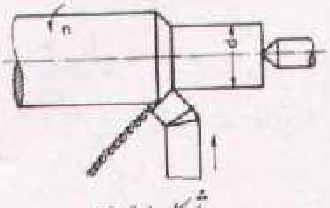
60 ملی میٹر قطر کی جاب کو خرادتے وقت میٹریل کی مزاحمت کٹائی 5000 نیوٹن ہے ۔ موٹر سے منتقل ہونے والی ٹارک معلوم کریں ۔ (شکل 19.04)

معلوم :

$d = 60\text{ mm} \therefore r = 30\text{ mm} = 0.03\text{ m}$

$F = 5000\text{ N}$

حل :



شکل 19.04

$$M = F \times r$$
$$= 5000\text{ N} \times 0.3\text{ m}$$
$$= 150\text{ J}$$

مثال b :

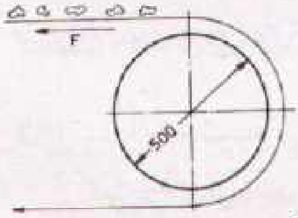
ایک بیلٹ ڈرائیو کی ٹارک 1040 جول ہے ۔ زیادہ سے زیادہ کتنا وزن بیلٹ ڈرائیو کھینچ سکے گی؟ (شکل 19.05)

معلوم :

$M = 1040\text{ J (Nm)}$

$d = 0.5\text{ m} \qquad r = 0.25\text{ m}$

حل :



شکل 19.05

$$M = F \times r$$

$$\text{or } F = \frac{M}{r} = \frac{1040\text{ Nm}}{0.25\text{m}}$$

$$= 4160\text{ N}$$

19.4 — میکانی طاقت اور اُس کی اکائیاں :

(Mechanical power and its units)

اگر کوئی میکانی کام کسی خاص وقت میں کیا جاتے، تو اُسے کو میکانی طاقت کہتے ہیں۔ جیسا کہ کام کو جول میں اور وقت کو سیکنڈ، منٹ اور گھنٹوں میں ظاہر کرتے ہیں تو میکانی طاقت کو بھی اسی لحاظ سے ظاہر کریں گے ۔ عموماً طاقت کو کام کردہ فی سیکنڈ میں ظاہر کرتے ہیں ۔ اور اس کی اکائی "واٹ" (Watt) "W" ہے اور اس کا مخفف "P" ہے ۔

طاقت معلوم کرنے کے لیے کام کو وقت سے تقسیم کر دیتے ہیں -

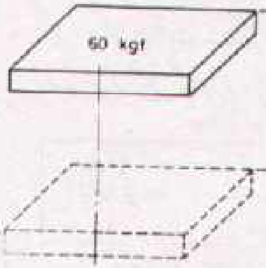
$$\text{Power (P)} = \frac{\text{Work (W) in J}}{\text{time (t) in sec}} \quad \text{or} \quad \boxed{P = \frac{W\,(J)}{t\,(sec)}\ \text{Watt}}$$

$$1\ \text{Watt (W)} = 1\ \text{Joul/sce} \quad \text{or} \quad \boxed{1\ W = 1\ J/sec}$$

مثال a :

شکل 19.06 میں 0.8 سیکنڈ میں وزن کو اُٹھانے کے لیے کتنی طاقت درکار ہوگی ؟

معلوم :



شکل 19.06

$F = 600\ N\ ;\ s = 1.4\ m\ ;\ t\ 0.8\ sec$

حل :

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \times s}{t} = \frac{600\ N \times 1.4\ m}{0.8\ sec}$$

$$= 1050\ \text{watts}$$

نوٹ : میکانی طاقت کو پہلے ہارس پاور (horse power – HP) میں ظاہر کرتے تھے، مگر اب بین الاقوامی اکائیوں کے تحت میکانی طاقت کو واٹ (Watt – W) میں ظاہر کرتے ہیں - ایک نظام کی طاقت کی اکائی کو دوسرے نظام میں تبدیل کرنے کے لیے :

ہارس پاور = 746 واٹ

$$746\ W = 1\ H.P.$$

مثال b : ایک ٹیوب ویل 8 میٹر کی گہرائی سے 40 مکعب میٹر پانی فی گھنٹہ مہیا کرتا ہے - کلوواٹ (kW) میں طاقت معلوم کریں -

نوٹ :

$1\ \text{killowatt (kW)} = 1000\ \text{watts (W)}$

$1\ l\ \text{water} = 1\ kg$

$1\ \text{cubic meter water} = 1000\ l\ \text{water}$

$1\ \text{hour} = 60\ \text{min} = 3600\ \text{secs}$

معلوم :

$F = 40\ m^3 = 40000\ l\ (kg) = 400000\ N\ ;\ t = 3600\ sec\ ;\ s = 8\ m$

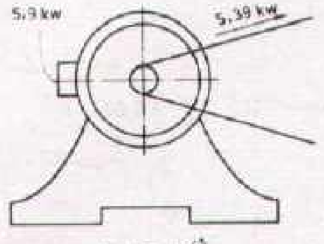
حل :

$$P = \frac{F \times s}{t} = \frac{400000\ N \times 8\ m}{3600\ sec}$$

$$= 888.89\ W = 0.89\ kW$$

19.5 ــ کارکردگی (efficiency)

جب کسی مشین کو چلاتے ہیں تو مشین کو طاقت کی ایک خاص مقدار دیتے ہیں اور مشین سے خاص طاقت حاصل کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر موٹر کو چلانے کے لیے برقی طاقت دیتے ہیں اور میکانی طاقت حاصل کرتے ہیں۔



شکل 19.07

اس عمل کے دوران طاقت کا تھوڑا سا ضیاع لازمی ہے، جو رگڑ کی وجہ سے ہوتا ہے، اس لیے مشین سے حاصل کردہ طاقت مشین کو دی گئی طاقت سے کم ہوتی ہے۔ (شکل 19.07) ان دونوں کی نسبت کو مشین کی کارکردگی کہتے ہیں اور اس کو "η" سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

یا

کارکردگی = ــــــــــ

مثال a : موٹر کی کارکردگی معلوم کریں، جبکہ دی گئی طاقت 5.9 کلوواٹ اور حاصل کردہ طاقت 5.39 کلوواٹ ہے۔

معلوم :

$$P_{in} = 59\ kW;\quad P_{out} = 5.\ \ kW$$

حل :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{5.39}{5.9} = 0.913$$

نوٹ : کارکردگی کو عموماً فی صد میں ظاہر کرتے ہیں۔ لہٰذا فی صد میں جواب حاصل کرنے کے لیے 100 سے ضرب دیتے ہیں

لہٰذا :

$$\eta = 0.913 \times 100 = 91.3\ \%$$

مثال b : کرین کی مدد سے ایک کتیت 407 کلوگرام وزنی کو 1.25 سیکنڈ میں 2 میٹر اونچا اٹھایا گیا ہے۔ کرین میں دی گئی طاقت معلوم کریں جبکہ کارکردگی 80 فی صد ہو۔

معلوم :

$$F = 407\,kg = 4070\,N;\quad s = 2m;$$

$$t = 1.25\,sec;\quad \eta = 80\,\%\ \text{or}\ 0.8$$

حل :

$$P_{out} = \frac{F \times s}{t} = \frac{4070\,N \times 2\,m}{1.25\,sec} = 6512\,W$$

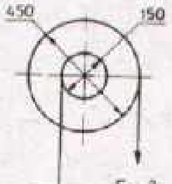
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}\ \text{or}\ P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{6512W}{0.8} = 8140W = 8.14\ kW$$

نوٹ : کارکردگی ہمیشہ ایک سے کم ہوتی ہے اور فی صد کی صورت میں 100 فی صد سے کم۔

مشق 19

1 _ 65 کلوگرام کمیت کی مندرجہ ذیل فاصلوں کے لیے باربرداری میں کام کی مقدار جول میں معلوم کریں :-

(a) 7.5 میٹر (b) 65 میٹر (c) 1.76 کلومیٹر (d) 220 سنٹی میٹر



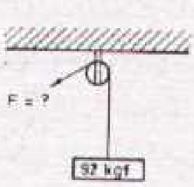
شکل 19.08

2 _ شکل 19.08 میں وزن کو اٹھانے کے لیے درکار قوت معلوم کریں۔

(a) ضد ساعت وار ٹارک (anticlockwise tarque) معلوم کریں۔

(b) ساعت وار ٹارک (clockwise tarque) میں سے قوت معلوم کریں۔

نوٹ : ساعت وار ٹارک اور ضد ساعت وار ٹارک دونوں برابر ہونی چاہییں۔



شکل 19.09

3 _ میکانی طاقت کلوواٹ میں معلوم کریں جبکہ وزن کو 3.5 میٹر اونچے مندرجہ ذیل اوقات میں اٹھانا درکار ہو۔ (شکل 19.09)

(a) 4 سیکنڈ

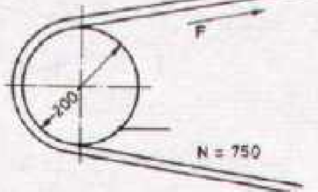
(b) 0.1 منٹ

4 _ برقی موٹر کی کارکردگی معلوم کریں جبکہ اس کو دی گئی طاقت 4 کلوواٹ اور حاصل کردہ طاقت 2450 جول فی سیکنڈ ہو۔

5 _ شکل 19.10 کے لیے معلوم کریں :-

(a) چپٹی بیلٹ سے کتنی مقدار میں میکانی طاقت کلوواٹ میں منتقل ہو رہی ہے۔

(b) دی گئی طاقت کی مقدار معلوم کریں جبکہ چپٹی بیلٹ کی کارکردگی 0.76 ہو۔

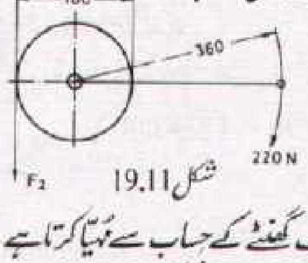


شکل 19.10

F = 60,000 N ; n = 750 Rpm

6 _ ایک کرین کو 1850 کلوگرام وزنی مشین کو 2.3 میٹر اونچا اٹھانے کے لیے کتنا وقت درکار ہوگا؟ جبکہ: کرین کی موٹر میں دی گئی طاقت 3 کلوواٹ اور کرین کی کارکردگی 78 فی صد ہو۔

7 _ ونچ کے کرینک پر ہونے والے کام سے اٹھائے جا سکنے والے وزن F_2 کی مقدار معلوم کریں۔ (شکل 19.11)



شکل 19.11

8 _ ایک پمپ 32 میٹر کی اونچائی تک 550 مکعب میٹر پانی ایک گھنٹے کے حساب سے مہیا کرتا ہے۔ پمپ کی کارکردگی 0.85 ہے۔ پمپ کو دی گئی طاقت (P_{in}) کلوواٹ میں معلوم کریں۔

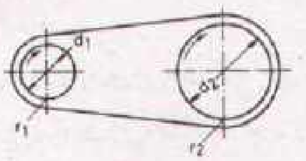
باب 20

فرکشن ڈرائیو (Friction Drive)

فرکشن ڈرائیو کے ذریعے ایک شافٹ (چلانے والی) سے دُوسری شافٹ (چلنے والی) تک طاقت کو مُنتقل کیا جا سکتا ہے۔

فرکشن ڈرائیو کے بہت سے طریقے ہیں، مگر بیلٹ ڈرائیو عام طور پر استعمال ہوتی ہے۔

20.1 — سادہ بیلٹ ڈرائیو :



شکل 20.01

اگر دو شافٹوں پر ایک جیسے قطر کی پُلّیاں لگی ہوں، تو دو شافٹوں کے چکّر فی منٹ یکساں ہوں گے۔ $n_1 = n_2$

اگر قطر مختلف ہوں گے، تو چکّر فی منٹ بھی مختلف ہوں گے۔

بیلٹ کی رفتار ہمیشہ یکساں رہے گی۔

پُلّی نمبر 1 کی گردشی رفتار = پُلّی نمبر 2 کی گردشی رفتار

$$\pi \times d_2 \times n_2 = \pi \times d_1 \times n_1$$

مُشترک جُز π سے دونوں طرف تقسیم کرنے سے مندرجہ ذیل فارمولا حاصل ہوتا ہے۔

فارمولا 1 :

$$\boxed{d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2}$$

مثال a :

ایک پنکھے کی بیلٹ پُلّی کا قطر 200 ملی میٹر اور 150 چکّر فی منٹ ہیں۔ موٹر کی پُلّی کا قطر 100 ملی میٹر ہے۔ موٹر کی پُلّی کے چکّر فی منٹ معلوم کریں۔

نوٹ : موٹر پُلّی = چلانے والی پُلّی

معلوم :

$d_1 = 100$ mm ; $d_2 = 200$ mm $n_2 = 150$ Rpm

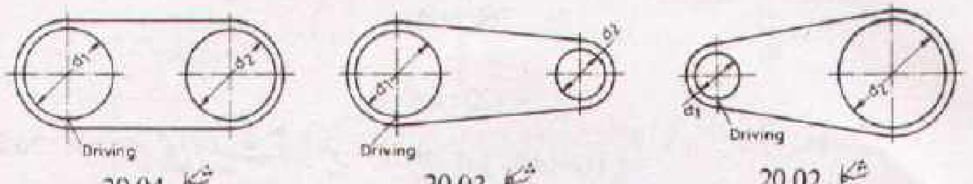
حل :

$$d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$$

or $$n_1 = \frac{d_2 \times n_2}{d_1} = \frac{200 \text{ mm} \times 150 \text{ Rpm}}{100 \text{ mm}} = 300 \text{ Rpm}$$

جب مختلف قطر والی پُلیوں سے طاقت مُنتقل کی جا رہی ہو تو چلنے والی پُلی کے چکّر فی منٹ سے چلانے والی پُلی کے چکّر فی منٹ کم ہوں گے (اگر اس کا قطر بڑا ہو) یا چلانے والی پُلی کے چکّر فی منٹ زیادہ ہوں گے اگر اس کا قطر چھوٹا ہو) ۔ (شکل 20.02 ، 20.03 ، 20.04)

دونوں پُلیوں کے چکّروں کی نسبت کو نسبتِ مُنتقلی (transmission ratio) کہتے ہیں ۔



شکل 20.04 — شکل 20.03 — شکل 20.02

نسبتِ مُنتقلی 'i' کو یا تو دونوں پُلیوں کے قطروں کی نسبت سے معلوم کر سکتے ہیں یا چکّر فی منٹ کی نسبت سے ۔

فارمولا 2 :

(a) نسبتِ مُنتقلی (i) = چلنے والی پُلی کا قطر (d_2) / چلانے والی پُلی کا قطر (d_1)

$$i = \frac{d_2}{d_1}$$

(b) نسبتِ مُنتقلی (i) = چلانے والی پُلی کے چکّر فی منٹ (n_1) / چلنے والی پُلی کے چکّر فی منٹ (n_2)

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\therefore \quad \boxed{i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}}$$

مثال b :

ایک موٹر جو 960 چکّر فی منٹ پر گھوم رہی ہے، سان کے پہیئے کو 320 چکّر فی منٹ پر بیلٹ کی مدد سے چلاتی ہے ۔ نسبتِ مُنتقلی معلوم کریں ۔

معلوم :

$n_1 = 960$ Rpm ; $n_2 = 320$ Rpm

حل :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{960 \text{ Rpm}}{320 \text{ Rpm}} = \frac{3}{1} = 3:1$$ (تین نسبت ایک)

مثال c :

مثال b میں اگر سان کے سپنڈل پر لگی ہوئی پلی کا قطر 360 ملی میٹر ہو تو موٹر پر لگی ہوئی پلی کا قطر معلوم کریں۔

معلوم : $d_2 = 360 \text{ mm} \quad : \quad i = 3:1$

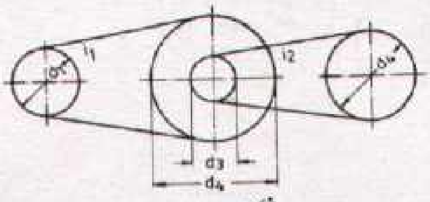
حل :

$$i = \frac{d_2}{d_1} \quad ; \quad d_1 = \frac{d_2}{i} = \frac{360 \text{ mm}}{\frac{3}{1}} = 120 \text{ mm}$$

20.2 — دوہری بیلٹ ڈرائیو (Double belt drive) :

سادہ بیلٹ ڈرائیو میں نسبتِ منتقلی بہت محدود ہوتی ہے۔ اس لیے اس مسئلہ پر قابو پانے کے لیے دوہری بیلٹ ڈرائیو سسٹم استعمال کرتے ہیں۔ (شکل 20.05)

دوہری بیلٹ ڈرائیو میں دو سادہ بیلٹ ڈرائیو کو اکٹھا کیا ہوتا ہے۔ پلی نمبر 2 اور نمبر 3 کو ایک ہی شافٹ پر کیا ہوتا ہے اور اس لیے ان کے چکر فی منٹ بھی یکساں ہوں گے۔



شکل 20.05

کل نسبتِ منتقلی مندرجہ ذیل طریقے سے معلوم کرتے ہیں۔

فارمولا 3 :

کل نسبتِ منتقلی (i) = سادہ نسبتِ منتقلی نمبر1 (i_1) × سادہ نسبتِ منتقلی نمبر2 (i_2)

یا

$$\boxed{i = i_1 \times i_2}$$

مثال : دوہری بیلٹ ڈرائیو (شکل 20.05) میں مندرجہ ذیل قطروں کی پلیاں استعمال کی گئی ہیں :-

d_1 = 106 ملی میٹر، d_2 = 530 ملی میٹر، d_3 = 125 ملی میٹر، d_4 = 375 ملی میٹر

اگر موٹر کی رفتار 1440 چکر فی منٹ ہو تو،

(1) دونوں کی سادہ نسبتِ منتقلی معلوم کریں (2) کل نسبتِ منتقلی معلوم کریں۔

حل :

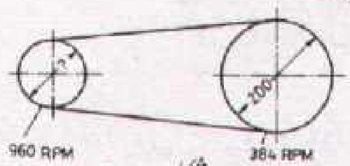
$$(1) \quad i_1 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{530 \text{ mm}}{106 \text{ mm}} = \frac{5}{1} = \underline{5:1}$$

$$i_2 = \frac{d_4}{d_3} = \frac{375 \text{ mm}}{125 \text{ mm}} = \frac{3}{1} = \underline{3:1}$$

$$(2) \quad i = i_1 \times i_2 = \frac{5}{1} \times \frac{3}{1} = \frac{15}{1} = \underline{15:1}$$

مشق 20

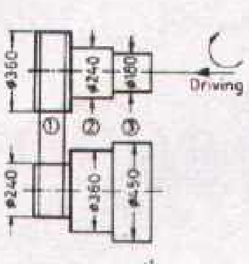
1۔ شکل 20.06 میں دکھلائی گئی بلیٹ ڈرائیو کے لیے معلوم کریں :۔
(a) موٹر کی پُلی کا قطر
(b) نسبتِ منتقلی



شکل 20.06

2۔ بلیٹ ڈرائیو کی نسبتِ منتقلی ہے ۔اگر چلانے والی پُلی 1650 چکّر فی منٹ پر گھومے تو چلنے والی پُلی کے چکّر فی منٹ کتنے ہوں گے ؟

3۔ ایک مشین تین مختلف رفتاروں پر چلائی جا سکتی ہے (شکل 20.07) ۔اگر موٹر کے چکّر فی منٹ 900 ہوں، تو :
(a) چلنے والی شافٹ کے چکّر فی منٹ معلوم کریں ۔
جب بلیٹ حالت 1 ، 2 اور 3 پر ہو۔
(b) تینوں حالتوں میں نسبتِ منتقلی معلوم کریں ۔



شکل 20.07

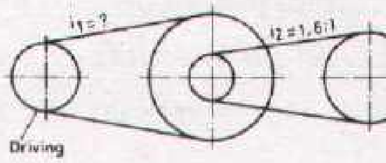
4۔ V بلیٹ ڈرائیو میں چلانے والی پُلی کا قطر 710 ملی میٹر ہو تو درکار نسبتِ منتقلی کے لیے چلنے والی پُلی کا قطر کیا ہوگا ؟

5۔ سوال نمبر 4 میں اگر موٹر 518 چکّر فی منٹ پر چل رہی ہو تو آخری شافٹ کے چکّر فی منٹ دونوں فارمولوں سے معلوم کریں ۔

6۔ کُل نسبتِ منتقلی معلوم کریں جبکہ :

(a) $i_1 = 2:1$; $i_2 = 3:1$ (b) $i_1 = 3:1$; $i_2 = 2:3$

7۔ شکل 20.08 میں دکھلائی گئی دوہری بلیٹ ڈرائیو کے لیے نسبتِ منتقلی (i_1) معلوم کریں، جبکہ کُل نسبتِ منتقلی (i) ہو۔



شکل 20.08

8۔ اگر سوال نمبر 7 میں موٹر 540 چکّر فی منٹ پر گھوم رہی ہو، تو آخری شافٹ کے چکّر فی منٹ کتنے ہوں گے؟

اِشارے :
1 ۔ پُلی نمبر 2 کے چکّر فی منٹ معلوم کریں ۔ (n_2)
2 ۔ پُلی نمبر 4 کے چکّر فی منٹ معلوم کریں ۔ (n_1)

نوٹ : $n_3 = n_2$

باب **21**

گیئر اور گیئر ڈرائیو (Gears and gear drive)

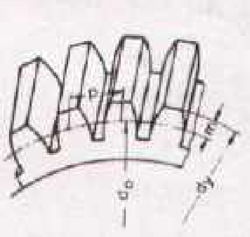
دو گراریوں کی مدد سے یا زیادہ گراریوں کو مجموعی حالت میں چلا کر مشین کے ایک حصّے سے دُوسرے حصّے تک طاقت منتقل کر سکتے ہیں۔ گراریاں حرکت کو منتقل کرنے، حرکت کی سمت تبدیل کرنے یا رفتار کم یا زیادہ کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔

21.1 — گراریوں کی پیمائشیں :

شکل 21.01 میں دکھلائی گئی گراری میں :

d_o = پچ قطر (pitch dia) : یہ ایک خیالی دائرے کا قطر ہوتا ہے، جو دو گراریوں کے دندانوں کے ملنے والے نقاط پر واقع ہوتا ہے۔

d_y = بیرونی قطر (outside dia) : یہ پچ قطر جمع ماڈیول (ایڈنڈم) کا دوگنا کے برابر ہوتا ہے یہ بڑا قطر کہلاتا ہے، جس کے برابر گراری کاٹنے کے لیے بلینک (blank) کو خرادا جاتا ہے۔



شکل 21.01

m = ماڈیول یا ایڈنڈم (module or addendum) : گراری کے دندانے کے پچ قطر سے اُوپر والے حصّے کو ایڈنڈم یا ماڈیول کہتے ہیں۔

T = گراری کے دندانوں کی تعداد۔

p = سرکلر پچ (circular pitch) : ملی میٹر میں۔ گراری کے ایک دندانے پر پچ سرکل (pitch circle) پر واقع نُقطے سے دُوسرے دندانے پر واقع متناظرہ نُقطے تک فاصلے کو سرکلر پچ کہتے ہیں۔

21.2 — تخمینِ گراریاں :

گراریوں کے مُختلف حصّوں کے مابین نسبتوں کو مُندرجہ ذیل طریقے سے حاصل کیا جا سکتا ہے۔ (شکل 21.02)

شکل 21.02

پچ سرکل = پچ × دندانوں کی تعداد

(pitch circle = p × T)

پچ سرکل = پچ × دندانوں کی تعداد (pitch circle = p × T)

پچ سرکل = پچ قطر × 3.14 (pitch circle = $d_o \times \pi$)

لہٰذا پچ × دندانوں کی تعداد = پچ قطر × 3.14

یا

$$p \times T = d_o \times \pi$$

اُوپر والی مُساوات کو مُندرجہ ذیل طریقے سے بھی لکھ سکتے ہیں :-

$$\frac{d_o}{T} = \frac{p}{\pi} = m \quad \text{or} \quad \frac{d_o}{T} = m \;;\; \frac{p}{\pi} = m$$

اِس سے مُندرجہ ذیل فارمُولے اخذ کر سکتے ہیں :-

فارمُولا 1 :

پچ قطر = ماڈیول × دندانوں کی تعداد

$$\boxed{d_o = m \times T}$$

فارمُولا 2 :

پچ = ماڈیول × π

$$\boxed{p = m \times \pi}$$

فارمُولا 3 :

بیرُونی قطر = پچ قطر + ماڈیول کا دوگنا

$$\boxed{d_y = p + 2 \times m}$$

جیسا کہ اُوپر بیان کیا جا چُکا ہے کہ سپر گراری کا بیرُونی قطر بھی معلُوم کر سکتے ہیں -

مثال a :

26 دندانوں اور 5 ملی میٹر ماڈیول والی سپر گراری کا پچ قطر معلُوم کریں -

معلُوم :

$$T = 26 \;;\; m = 5 \text{ mm}$$

حل :

$$d_o = m \times T = 5 \text{ mm} \times 26 = 130 \text{ mm}$$

مثال b :

ایک سپر گراری کے دندانوں کی تعداد معلُوم کریں جبکہ اس کا پچ قطر 270 ملی میٹر اور ماڈیول 6 ملی میٹر ہو -

معلُوم :

$$d_o = 270 \text{ mm} \;;\; m = 6 \text{ mm}$$

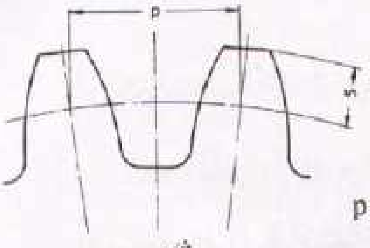
حل :

$$d_o = m \times T;\; T = \frac{d_o}{m} = \frac{270 \text{ mm}}{6 \text{ mm}} = 45 \text{ teeth}$$

مثال c :

سپر گراری کی پیچ معلوم کریں، جبکہ گراری کا ماڈیول 5 ملی میٹر ہو۔ (شکل 21.03)

معلوم :



$$m = 5\ mm$$

حل :

$$p = m \times \pi = 5\ mm \times 3.14 = 15.7\ mm$$

شکل 21.03

مثال d :

36 دندانوں اور 8 ملی میٹر ماڈیول والی سپر گراری بنانا ہے۔ اِس گراری کے بلینک کا بیرونی قطر معلوم کریں۔

معلوم :

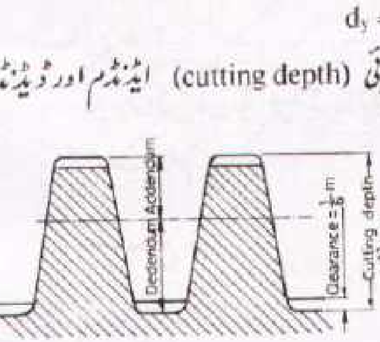
$$T = 36 \quad ; \quad m = 8mm$$

حل :

$$d_0 = m \times T = 8mm \times 36 = 288\ mm$$

$$d_y = d_0 + 2\ m = 288 + 16\ mm = 304\ mm$$

سپر گراریوں اور گیئر ریک کے لیے دندانوں کی کٹائی کی گہرائی (cutting depth) ایڈنڈم اور ڈیڈنڈم کو جمع کرنے سے معلوم کر سکتے ہیں۔ (شکل 21.04)



ایڈنڈم، گراری کے دندانے کی پیچ سرکل سے اُوپر والی اُونچائی کو کہتے ہیں اور اس کو ماڈیول بھی کہتے ہیں۔
ڈیڈنڈم، گراری کے دندانے کی پیچ سرکل سے نیچے والی اُونچائی کو کہتے ہیں اور یہ ماڈیول جمع کلیرنس کے برابر ہوتا ہے۔

شکل 21.04

ماڈیول کا چھٹا حصّہ کلیرنس ہوتی ہے، یعنی

کلیرنس = ماڈیول × $\frac{1}{6}$

فارمولا 4 :

دندانے کی اُونچائی یا کٹائی کی گہرائی (h) = ایڈنڈم + ڈیڈنڈم

$$h = \frac{13}{6}\ m$$

مثال e :

10 ملی میٹر ماڈیول والی سپر گراری کے لیے کٹائی کی گہرائی معلوم کریں۔

معلوم :

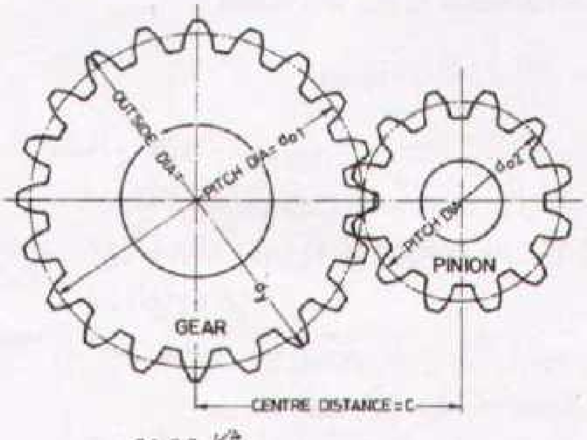
$$m = 10\ mm$$

حل :

$$h = \frac{13}{6} \times m = \frac{13}{6} \times 10\,mm = 21.67\ mm$$

نوٹ : گراریوں کا بل کر صحیح چلنے کے لیے ضروری ہے کہ دندانے کاٹتے وقت دندانوں کی گہرائی صحیح معلوم کر کے درست سیٹ کی جاتے۔

21.3 — مرکز تا مرکز فاصلہ :



شکل 21.05

ایک گراری کے مرکز سے دوسری ملنے والی گراری کے مرکز تک فاصلے کو مرکزی یا مرکز تا مرکز فاصلہ کہتے ہیں۔ یہ فاصلہ دونوں گراریوں کے پچ قطروں کے مجموعے کا آدھا ہوتا ہے۔ مرکز تا مرکز فاصلہ اگر صحیح ہو تو گراریاں پچ سرکلز پر ملتی ہیں اور درست اور صحیح چلتی ہیں (شکل 21.05)

فارمولا 5 :

$$\text{مرکز تا مرکز فاصلہ (c)} = \frac{\text{پچ قطر 1 }(do_1)}{2} + \frac{\text{پچ قطر 2 }(do_2)}{2}$$

$$c = \frac{do_1}{2} + \frac{do_2}{2}$$

مثال f :

دو ملنے والی گراریوں کے مرکزوں کا درمیانی فاصلہ معلوم کریں، جبکہ اُن کے پچ قطر 225 ملی میٹر اور 150 ملی میٹر ہوں۔

معلوم :

$$do_1 = 225\,mm\ ;\ do_2 = 150\ mm$$

حل :

$$c = \frac{do_1}{2} + \frac{do_2}{2} = \frac{225}{2} + \frac{150}{2} = 187.5\ mm$$

مثال g :

دو ملنے والی گراریوں کی پیمائشیں حسب ذیل ہیں :۔

$T_1 = 50$; $do_2 = 120$ ملی میٹر ; $m = 6$ ملی میٹر

دیگر نامعلوم تمام پیمائشیں معلوم کریں، مثلاً do_1, T_2, dy_1, dy_2, c

حل :

$$do_1 = m \times T_1 = 6\,mm \times 50 = 300\,mm$$

$$T_2 = \frac{do_2}{m} = \frac{120\,mm}{6} = 20$$

$$dy_1 = do_1 + 2m = 300\,mm + 12\,mm = 312\,mm$$

$$dy_2 = do_2 + 2m = 120\,mm + 12\,mm = 132\,mm$$

$$c = \frac{do_1}{2} + \frac{do_2}{2} = \frac{300}{2} + \frac{120}{2} = 210\,mm$$

مثال h :

فرض کیا کہ ایک گیئر ڈرائیو میں ایک گراری نہیں لگی ہوتی ہے۔ مفرودضہ گراری کے دندانوں کی تعداد معلوم کریں جبکہ دونوں گراریوں کا مرکز تا مرکز فاصلہ 320 ملی میٹر ہے اور گراری T_1 کے دندانوں کی تعداد 64 اور ماڈیول 8 ملی میٹر ہو۔

معلوم :

$T_1 = 64$; $m = 8\,mm$; $c = 320\,mm$

حل :

$$c = \frac{do_1}{2} + \frac{do_2}{2} \;;\; do_1 = \frac{64 \times 8\,mm}{2} = 256\,mm$$

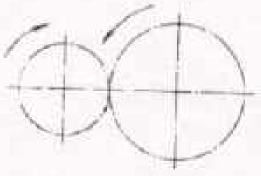
$$\frac{do_2}{2} = 320 - 256 = 64\,mm \quad \therefore do_2 = 128\,mm$$

$$T_2 = \frac{do_2}{m} = \frac{128\,mm}{8\,mm} = 16$$

21.4 سپر گیئر ڈرائیو یعنی سمپل گیئر ٹرین

[Spur Gear Drive (Simple gear train)]

دو گراریوں کے ملنے سے ایک جوڑا بنتا ہے۔ یہ سادہ ترین گیئر ڈرائیو ہوتی ہے (شکل 21.06



دو گراریوں کے مل کر چلنے کی نسبتِ منتقلی بھی اسی طریقے سے معلوم کی جاسکتی ہے جس طرح بیلٹ ڈرائیو میں ۔

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{or} \quad i = \frac{d_2}{d_1}$$

نوٹ : اگر نسبتِ منتقلی کو قطروں کی نسبت سے ظاہر کریں تو اس صورت میں پچ قطر استعمال کیے جائیں گے ، کیونکہ دونوں گراریاں پچ سرکل پر ایک دوسرے کو مس کرتی ہیں ۔

اس کے علاوہ نسبتِ منتقلی کو نسبتِ گراری (gear ratio) سے بھی ظاہر کرسکتے ہیں ۔ دو ملنے والی گراریوں کی نسبتِ گراری ہر گراری کے دندانوں کی تعداد میں تعلق ظاہر کرتی ہے ۔

فارمولا 6 :

$$\text{نسبتِ گراری } i = \frac{\text{چلنے والی گراری پر دندانوں کی تعداد } (T_2)}{\text{چلانے والی گراری پر دندانوں کی تعداد } (T_1)}$$

$$\boxed{i = \frac{T_2}{T_1}}$$

سادہ گیئر ٹرین میں بھی نسبتِ گراری معلوم کرنے کے لیے قطر اور چکروں کی تعداد بھی استعمال کرسکتے ہیں ۔ جیسے :

$$i = \frac{do_2}{do_1} \quad \text{or } i = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{or } i = \frac{T_2}{T_1}$$

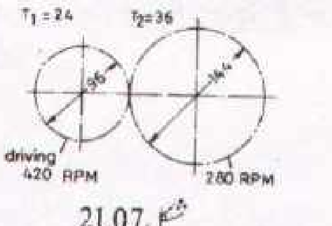
مثال i :

شکل 21.07 میں گراریوں کے جوڑے کی نسبتِ منتقلی قطر ، دندانوں کی تعداد اور چکروں کی تعداد کی مدد سے معلوم کریں ۔

$$i = \frac{do_2}{do_1} = \frac{144\,mm}{96\,mm} = \frac{1.5}{1} \text{ or } 1.5:1$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{420\text{ Rpm}}{280\text{ Rpm}} = \frac{1.5}{1} \text{ or } 1.5:1$$

$$i = \frac{T_2}{T_1} = \frac{36}{24} = \frac{1.5}{1} \text{ or } 1.5:1$$



شکل 21.07

مثال i :

چلنے والی گراری پر 105 دندانے ہیں اور 145 چکر فی منٹ پر گھوم رہی ہے ۔ اگر چلانے والی گراری 725 چکر فی منٹ پر گھوم رہی ہو تو اس کے دندانوں کی تعداد معلوم کریں ۔

معلوم :

$$T = 105 ; n_2 = 145 \text{ Rpm} ; n_1 = 725 \text{ Rpn}$$

حل : پہلے نسبتِ منتقلی معلوم کریں ۔

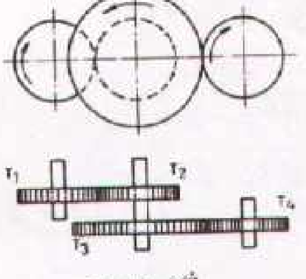
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{725\ Rpm}{145\ Rpm} = \frac{5}{1} \quad or \quad 5:1$$

اب T_1 معلوم کریں (نسبتِ منتقلی = نسبتِ گراری)

$$i = \frac{T_2}{T_1} \quad or \quad T_1 = \frac{T_2}{i} = \frac{105}{5} = 21$$

(چلانے والی گراری پر 21 دندانے ہونے چاہئیں)

نوٹ: مندرجہ بالا تحسیب میں گیئر کے ماڈیول کی ضرورت نہیں ہے۔



شکل 21.08

21.5 — کمپاؤنڈ گیئر ڈرائیو (Compound Gear drive):

کمپاؤنڈ گیئر ٹرین سے سمپل گیئر ٹرین کی نسبت زیادہ مدارج والی نسبتِ منتقلی یا نسبتِ گراری کم جگہ میں حاصل کر سکتے ہیں۔
کمپاؤنڈ گیئر ٹرین میں کم از کم چار گراریاں درکار ہوتی ہیں، جن میں ایک چلانے والی اور دوسری چلنے والی گراری کناروں پر اور دو درمیانی گراریاں جو کہ ایک ہی شافٹ پر نصب کی ہوئی ہوتی ہیں۔ ایک یا زیادہ درمیانی گراریوں کے سیٹ لگا کر گیئر ٹرین کو بڑھا کر ممکن اجتماعی گراریوں کا سلسلہ حاصل کر سکتے ہیں۔ شکل (21.08)
عام اصول کے تحت کل نسبتِ منتقلی معلوم کرنے کے لیے گراریوں کے ہر جوڑے کی نسبتِ منتقلی کو ضرب دیتے ہیں۔

فارمولا 7 : کل نسبتِ منتقلی (i) = نسبتِ گراری (i_1) × نسبتِ گراری (i_2)

$$\boxed{i = i_1 \times i_2}$$

مثال k : ایک گیئر ٹرین میں مندرجہ ذیل دندانوں والی گراریاں لگی ہوتی ہیں۔ کل نسبتِ منتقلی معلوم کریں:

$$T_4 = 60 \ ; \ T_3 = 40 \ ; \ T_2 = 44 \ ; \ T_1 = 22$$

حل :

$$i_1 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{44}{22} = \frac{2}{1}$$

$$i_2 = \frac{T_4}{T_3} = \frac{60}{40} = \frac{1.5}{1}$$

$$i = i_1 \times i_2 = \frac{2}{1} \times \frac{1.5}{1} = \frac{3}{1} \ or \ 3:1$$

جیسا کہ سمپل گیئر ٹرین میں نسبتِ گراری، چکروں کی تعداد سے معلوم کر سکتے ہیں۔ مثلاً $i = \frac{n_1}{n_2}$
اسی طرح کمپاؤنڈ گیئر ٹرین میں کل نسبتِ منتقلی کو چکروں کی تعداد سے بھی معلوم کر سکتے ہیں۔

فارمولا 8 :

$$\boxed{i = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_3}{n_4}}$$

چونکہ $n_2 = n_3$ اِس لیے فارمولے کو مختصر کر کے بھی لکھ سکتے ہیں۔ جیسا کہ :

کُل نسبتِ مُنتقلی (i) = پہلی چلانے والی گراری کے چکر / آخری چلنے والی گراری کے چکر

$$i = \frac{n_{start}}{n_{end}}$$

مثال ۱ :

کمپاؤنڈ گیئر ٹرین کی کُل نسبتِ مُنتقلی ہے اور چلانے والی گراری 1665 چکر فی منٹ پر گھومتی ہے آخری چلنے والی گراری کے چکر فی منٹ معلوم کریں۔

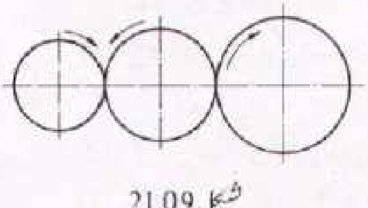
معلوم :

$i = 9:1 : n_{start} = 1665$ Rpm

حل :

$$i = \frac{n_{start}}{n_{end}} \qquad n_{end} = \frac{n_{start}}{i} = \frac{1665}{9} = 185 \text{ Rpm}$$

نوٹ :



شکل 21.09

گیئر ڈرائیو میں مجہول گراری (idle gear) لگانے سے کمپاؤنڈ گیئر ڈرائیو کی نسبتِ مُنتقلی مُتاثر نہیں ہوتی ہے۔ مجہول گراری صرف گھومنے کی سمت پلٹنے کے کام آتی ہے، جو کہ چلنے والی گراری کو بھی اُسی سمت میں گھماتی ہے، جس میں چلانے والی گراری گھومتی ہے۔ (شکل 21.09)

مشق 21

1 — 12 ملی میٹر ماڈیول والی گراری پر 48 دندانے ہیں۔ معلوم کریں :—

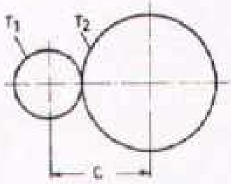
(a) پیچ قطر (b) بیرونی قطر

2 — ایک گراری، جس کا پیچ قطر 125 ملی میٹر ہے، کے 50 دندانے ہیں۔ معلوم کریں :—

(a) ماڈیول (b) پیچ (c) کٹائی کی گہرائی

3 — ایک بلینک، جس کا قطر 168 ملی میٹر ہے، پر 40 دندانے کاٹنے درکار ہیں۔ ماڈیول معلوم کریں۔

4 - چلانے والی گراری پر 36 دندانے اور چلنے والی گراری پر 54 دندانے ہیں اور ماڈیول 6 ملی میٹر ہے۔ (شکل 21.10)



شکل 21.10

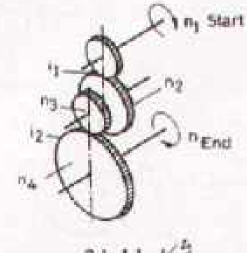
معلوم کریں :—

(a) گراریوں کا پیچ قطر

(b) مرکز تا مرکز فاصلہ

(c) نسبتِ گراری یعنی نسبتِ مُنتقلی

5— سوال نمبر 4 میں چلانے والی گراری 1080 چکر فی منٹ پر گھومتی ہے ۔ چلنے والی گراری کے چکر فی منٹ معلوم کریں ۔



شکل 21.11

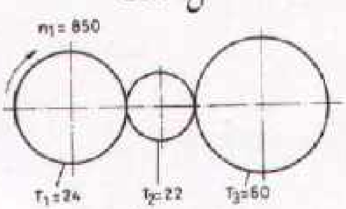
6— شکل 21.11 میں دکھائی گئی گیئر ٹرین کے لیے معلوم کریں :

(a) کل نسبتِ منتقلی جبکہ :

$i_1 = 3:2 ; i_2 = 4:1$

(b) n_{end} معلوم کریں جبکہ :

$n_{start} = 1500$ Rpm



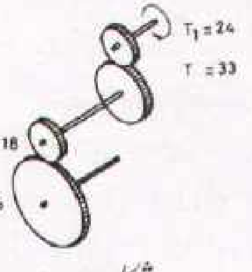
شکل 21.12

7— شکل 21.12 میں :

(a) چلنے والی گراری کے چکر فی منٹ معلوم کریں ۔

(b) پچ قطر معلوم کریں، جبکہ گیئر ڈرائیو کی گراریوں کا ماڈیول 12 ملی میٹر ہو ۔

(c) چلنے والی گراری کی گھومنے کی سمت معلوم کریں ۔



شکل 21.13

8— شکل 21.13 میں :

(a) کل نسبتِ منتقلی معلوم کریں ۔

(b) گراری T_1 اور T_2 کا مرکز تا مرکز فاصلہ معلوم کریں، جبکہ ماڈیول 6 ملی میٹر ہو ۔

(c) چلانے والی گراریوں کے چکروں کی تعداد کیا ہوگی جبکہ T_4 گراری 200 چکر فی منٹ پر گھومتی ہو؟

9— ایک گیئر ٹرین کی کل نسبتِ منتقلی 6.76 : 1 ہے ۔ دو یکساں نسبت ہائے گراری معلوم کریں ۔

باب 22

رفتارِ کٹائی (Cutting speed)

کسی میٹریل کی کٹائی کی رفتار کو رفتارِ کٹائی کہتے ہیں ۔ جیسے خراد مشین پر بولٹ کو خرادتے وقت خرادنے کی رفتار ۔

موزوں رفتارِ کٹائی متعدد عناصر پر منحصر ہوتی ہے ۔ مثلاً :۔

—— کٹائی والے ٹول کے میٹریل کی قسم ۔

—— جاب کے میٹریل کی قسم ۔

—— استعمال کی جانے والی مشین کی کیفیت ۔

—— جاب پر کٹائی کے عمل کی نوعیت ۔ مثلاً شیپنگ اور ملنگ ۔

—— کٹائی کے ٹول کی بناوٹ ۔

—— کٹائی کے ٹول کے کام کرنے کی درکار میعاد ۔

اُوپر بیان کردہ تمام عناصر کو زیرِ غور لاکر تجربات کی بناء پر جدولوں میں دی گئیں کٹائی کی رفتاریں تجویز کی گئی ہیں ۔

مشین کی صحیح سیٹنگ کے لیے تجویز کردہ کٹائی کی رفتاروں سے چکروں کی تعداد معلوم کرنی چاہیے ۔

22.1 ۔ حرکاتِ کٹائی —— رفتارِ کٹائی :

حرکت کٹائی کی دو اقسام

II

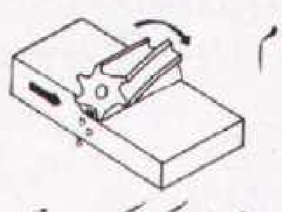
حرکت کٹائی

شکل 22.01 خطی حرکت کٹائی

(linear cutting motion)

I

حرکت کٹائی



شکل 22.02 محیطی حرکت کٹائی

(circumferential cutting motion)

جیسا کہ باب 18 میں بیان کیا جاچکا ہے کہ کٹائی کے ٹول کی رفتار کو رفتارِ کٹائی کہتے ہیں ۔ محیطی کٹائی والے جاب کے لیے رفتارِ کٹائی حسبِ ذیل طریقے سے معلوم کر سکتے ہیں :۔

رفتارِ کٹائی (CS) = کٹ کی لمبائی × چکروں کی تعداد

$$CS\ (m/min) = \frac{d(mm) \times \pi \times n\ (Rpm)}{1000} \quad \text{or} \quad CS\ (m/min) = d\ (m) \times \pi \times n\ (Rpm)$$

نوٹ : اگر قطر کی پیمائش ملی میٹر میں دی گئی ہو تو میٹر فی منٹ (m/min) میں رفتارِ کٹائی حاصل کرنے کے لیے 1000 سے تقسیم کرتے ہیں ۔

مثال a :

رفتارِ کٹائی معلوم کریں جبکہ ملنگ کٹر جس کا قطر 55 ملی میٹر ہے، 200 چکر فی منٹ پر گھوم رہا ہو ۔

معلوم : $d = 55\,mm \; ; n = 200\,Rpm$

حل :

$$CS = \frac{d \times \pi \times n}{1000} = \frac{55mm \times 3.14 \times 200Rpm}{1000}$$

$$= 34.5\ m/min$$

مثال b :

ملنگ مشین کے چکر فی منٹ معلوم کریں جبکہ ایک قرص نما کٹر جس کا قطر 0.25 میٹر ہے، سے 30 میٹر فی منٹ رفتارِ کٹائی سے کاٹنا درکار ہو ۔

معلوم : $d = 0.25\,m : \quad CS = 30\ m/min$

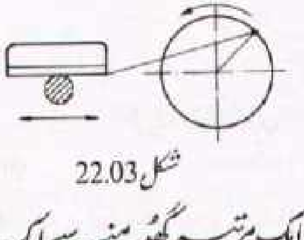
حل :

$$CS\,(m/min) = d\,(m) \times \pi \times n\,(Rpm)$$

$$n = \frac{CS\,(m/min)}{d\,(m) \times \pi} = \frac{30\,m/min}{0.25\,m \times 3.14} = 38\,Rpm$$

نوٹ : صحیح جواب 38.22 چکر فی منٹ کے مطابق مشین کو سیٹ نہیں کیا جا سکتا۔ اس لیے 38 چکر فی منٹ یا اس سے اگلے ممکن نچلے درجے پر مشین سیٹ کرتے ہیں ۔

رفتارِ کٹائی جس میں خطی حرکت کا دخل ہوتا ہے، کو معلوم کرنے کے لیے مندرجہ ذیل حقائق کو مدِ نظر رکھنا ضروری ہے۔ (شکل 22.03)



شکل 22.03

(a) منحرف المرکز پہیے کے ایک مرتبہ گھومنے سے ایک اگلی سٹروک (forward stroke) اور ایک واپسی سٹروک (Return stroke) پیدا ہوتی ہے ۔ اگلی سٹروک کو کٹائی کی سٹروک (Cutting stroke) کہتے ہیں ۔

(b) کُل لمبائی حاصل کرنے کے لیے دونوں سٹروکوں کی لمبائی کو جمع کرنا چاہیے ۔

(c) چکروں کی تعداد فی منٹ میں وقت کا عنصر شامل ہوتا ہے ۔

فارمولا :

رفتار کٹائی (CS) = 2 × سٹروک کی لمبائی (s) × چکروں کی تعداد فی منٹ (n)
$CS\,(m/min) = \frac{2 \times s\,(mm) \times n\,(Rpm)}{1000}$ or $CS\,(m/min) = 2 \times s\,(m) \times n\,(Rpm)$

مثال c :

چکروں کی تعداد فی منٹ معلوم کریں، جس پر مشین کو سیٹ کیا جا سکے ۔ (شکل 22.04)

معلوم :

$CS = 16\ m/min\ ;\ s = 450\ mm$

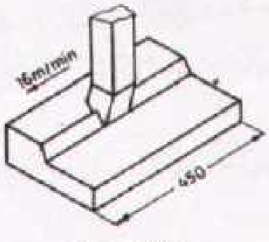
حل :

$$CS\,(m/min) = \frac{2 \times s\,(mm) \times n\,(Rpm)}{1000}$$

$$\text{or } n = \frac{CS \times 1000}{2 \times s} = \frac{16 \times 1000}{2 \times 450}$$

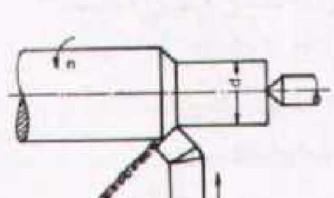
$$= 17\ Rpm$$

نوٹ : صحیح جواب 17.77 پر مشین کبھی بھی سیٹ نہیں کی جا سکتی۔



شکل 22.04

مشق 22

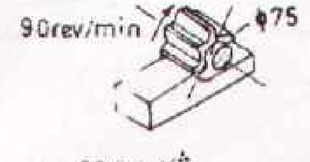


شکل 22.05

1– 45 ملی میٹر قطر کی شافٹ کو 21 میٹر فی منٹ رفتار کٹائی پر خرادا جائے گا ۔ موزوں چکروں کی تعداد فی منٹ معلوم کریں ۔ (شکل 22.05)

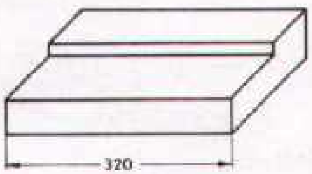
2– خرادی جانے والی شافٹ کا زیادہ سے زیادہ قطر کیا ہوگا جبکہ رفتار کٹائی 32 میٹر فی منٹ اور چکروں کی تعداد فی منٹ 136 ہو؟

3 ۔ ملنگ کی جانے والی جاب کے لیے رفتار کٹائی معلوم کریں ۔ (شکل 22.06)



شکل 22.06

4۔ سوال نمبر 3 میں کٹر کے چکروں کی تعداد فی منٹ معلوم کریں، جبکہ کاٹے جانے والے میٹریل کے لیے موزوں رفتار کٹائی 25 میٹر فی منٹ ہو۔



شکل 22.07

5۔ ایک جاب کی مشیننگ کے لیے 22 میٹر فی منٹ رفتار کٹائی موزوں ہے۔ مشین پر سیٹ کی جانے والی کٹائیوں کی سٹروکوں کی تعداد فی منٹ معلوم کریں۔ (شکل 22.07)

نوٹ : ایک کٹائی کی سٹروک فی چکر کے حساب سے۔

6۔ فرض کیا 20 ملی میٹر قطر کی ایک جاب مختلف میٹریل سے بنے گی۔ مثلاً ایلومینیم اور تانبا۔ اگر رفتار کٹائی برائے تانبا 32 میٹر فی منٹ اور رفتار کٹائی برائے ایلومینیم 40 میٹر فی منٹ ہو تو :

مختلف چکروں کی تعداد فی منٹ معلوم کریں ۔

7۔ ڈرلنگ مشین کے لیے چھ رفتاروں کے مختلف مدارج معلوم کریں، جبکہ ڈرلنگ مشین کی استعداد مندرجہ ذیل قطروں کے ڈرل کرنے کی ہو۔

2.5 ملی میٹر، 3.25 ملی میٹر، 4.25 ملی میٹر، 5.75 ملی میٹر، 7.5 ملی میٹر، 10 ملی میٹر اور ان کے لیے 22 میٹر فی منٹ رفتار کٹائی دی گئی ہو۔

ہر رفتار کے لیے موزوں ڈرل کے سائز کے ساتھ جدول برائے رفتار (Speed table) دکھائیں۔

باب 23

تحسیب ٹرننگ (Turning calculation)

23.1 رفتار کٹائی — سپنڈل کی رفتار (Cutting speed - spindle speed)

ٹرننگ یا خراد نے کے لیے رفتار کٹائی خراد میں جانے والی جاب کی محیطی رفتار کو کہتے ہیں۔
اِس کی اکائی میٹر فی منٹ (m/min) ہوتی ہے اور مخفف CS ۔ خراد مشین کی سپنڈل کی رفتار وہ رفتار ہوتی ہے، جس پر جاب چکر فی منٹ (Rpm) پر گھومے، اس کا مخفف "n" ہوتا ہے۔

$$\text{رفتار کٹائی} = \frac{\text{جاب کا قطر} \times \pi \times \text{سپنڈل کی رفتار}}{1000}$$

یا

$$CS\,(m/min) = \frac{d\,(mm) \times \pi \times n\,(Rpm)}{1000}$$

$$\text{سپنڈل کی رفتار} = \frac{1000 \times \text{رفتار کٹائی}}{\pi \times \text{جاب کا قطر}}$$

یا

$$n\,(Rpm) = \frac{CS\,(m/min) \times 1000}{d\,(mm) \times \pi}$$

جدول :

تجربات کی بناء پر مختلف میٹریل کے لیے مندرجہ ذیل کٹائی کی رفتاریں موزوں ہیں :۔
جدول میں کٹائی کرنے والے ٹول کے میٹریل اور مقصود سطحی معیار کو مدِنظر رکھا گیا ہے۔
جدول ٹول کے کفایت شعار کام کرنے کی دو گھنٹے تک میعاد کی بنیاد پر تیار کیا گیا ہے۔

خراد نے کے لیے میٹریل کی رفتار کٹائی میٹر فی منٹ کے لیے جدول :

میٹریل	ہائی سپیڈ سٹیل ٹول		کاربائیڈ ٹپ ٹول		میٹریل	ہائی سپیڈ سٹیل ٹول		کاربائیڈ ٹپ ٹول	
	▽	▽▽	▽	▽▽		▽	▽▽	▽	▽▽
مائیلڈ سٹیل	30	45	100	175	ایلومینیم	60	90	155	305
ٹول سٹیل	25	30	55	90	تانبہ	55	66	155	215
سٹینلیس سٹیل	15	25	40	60	پیتل	45	60	90	155
کاسٹ آئرن (درمیانہ سخت)	20	25	45	60	کانسی (فاسفورس)	24	55	90	135
کاسٹ آئرن (سخت)	12	20	40	55	پلاسٹک	45	75	90	180
					سخت ربڑ	30	55	60	90

جدول کو پڑھنے کی مثال :

مندرجہ ذیل جاب کو خرادنے کے لیے رفتار کٹائی معلوم کریں :۔
مائیلڈ سٹیل (ST 34) ، عمدہ سطحی معیار ، کٹائی کا ٹول : ہائی سپیڈ سٹیل
رفتار کٹائی = 45 میٹر فی منٹ (جدول سے)

23.2 ۔ فیڈ (خرادنے کے لیے) (Feed) :

سپنڈل کے ایک چکر کے دوران کٹائی کا ٹول جو فاصلہ طے کرتا ہے، اُس کو فیڈ کہتے ہیں ۔
اس کی اکائی ملی میٹر فی چکر (mm/rev) ہوتی ہے اور مخفف 'S' ۔

جدول :

کٹائی کے ٹول کا میٹریل اور مقصود سطحی معیار کو مدِنظر رکھتے ہوئے تجربات کی بناء پر مختلف میٹریل کے لیے مندرجہ ذیل جدول میں موزوں فیڈیں تجویز کی گئی ہیں :۔

میٹریل	ہائی سپیڈ سٹیل ٹول		کاربائیڈ ٹپ ٹول	
	▽	▽▽	▽	▽▽
مائیلڈ سٹیل	2.5 تک	0.3 تک	3.5 تک	0.2 تک
ٹول سٹیل	1.5 تک	0.3 تک	1.0 تک	0.2 تک
کاسٹ آئرن (درمیانہ سخت)	3.0 تک	1.5 تک	3.0 تک	0.2 تک
کاسٹ آئرن (سخت)	2.5 تک	1.5 تک	2.0 تک	0.2 تک
تانبہ	2.5 تک	0.3 تک	3.0 تک	0.2 تک
پیتل	2.5 تک	0.3 تک	2.5 تک	0.2 تک
کانسی	2.5 تک	0.3 تک	2.0 تک	0.2 تک

نوٹ : موزوں فیڈ کا انحصار کٹ کی گہرائی اور مشین کی کیفیت پر بھی ہوتا ہے ۔

جدول کو پڑھنا :

مثال : ہائی سپیڈ سٹیل کے ٹول سے ٹول سٹیل کی جاب کو خراد کر عمدہ سطحی معیار حاصل کرنا ہے ۔
خراد مشین کو سیٹ کرنے کے لیے موزوں فیڈ معلوم کریں ۔

حل : زیادہ سے زیادہ فیڈ 0.3 ملی میٹر فی چکر ہوگی ۔ (0.3 mm/rev)

23.3 ــ کٹ کی گہرائی اور کترن کا عمودی تراشں کا رقبہ :

(Depth of cut cross section of the chips)

کٹ کی گہرائی وُہ گہرائی ہے، جو کٹائی کا ٹول جاب کے اندر دھنستا ہے اور یہ ملی میٹر میں ظاہر کی جاتی ہے۔ (شکل 23.01 ، 23.02)

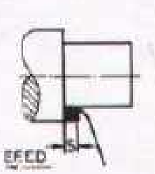
کترن کا عمودی تراشں کا رقبہ فیڈ اور کٹ کی گہرائی سے محدود ہوتا ہے اور اس کو مُربع کرتے ہیں۔

ہر کٹ کے لگانے سے جاب کا قطر کٹ کی گہرائی سے دوگنا کم ہوتا ہے۔

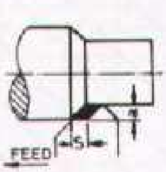
مثال :

کٹ کی گہرائی معلوم کریں، جبکہ جاب کا قطر 55 ملی میٹر سے 50 ملی میٹر کم کرنا ہو۔

کٹ کی تعداد = 1



شکل 23.02



شکل 23.01

حل :

$$\text{depth of cut} = \frac{55\ \text{mm} - 50\ \text{mm}}{2}$$

$$= 2.5\ \text{mm}$$

نوٹ : اُوپر شکلوں میں دکھائی گئیں دونوں صُورتوں میں کترن کا عمودی تراشں کا رقبہ یکساں ہوگا۔

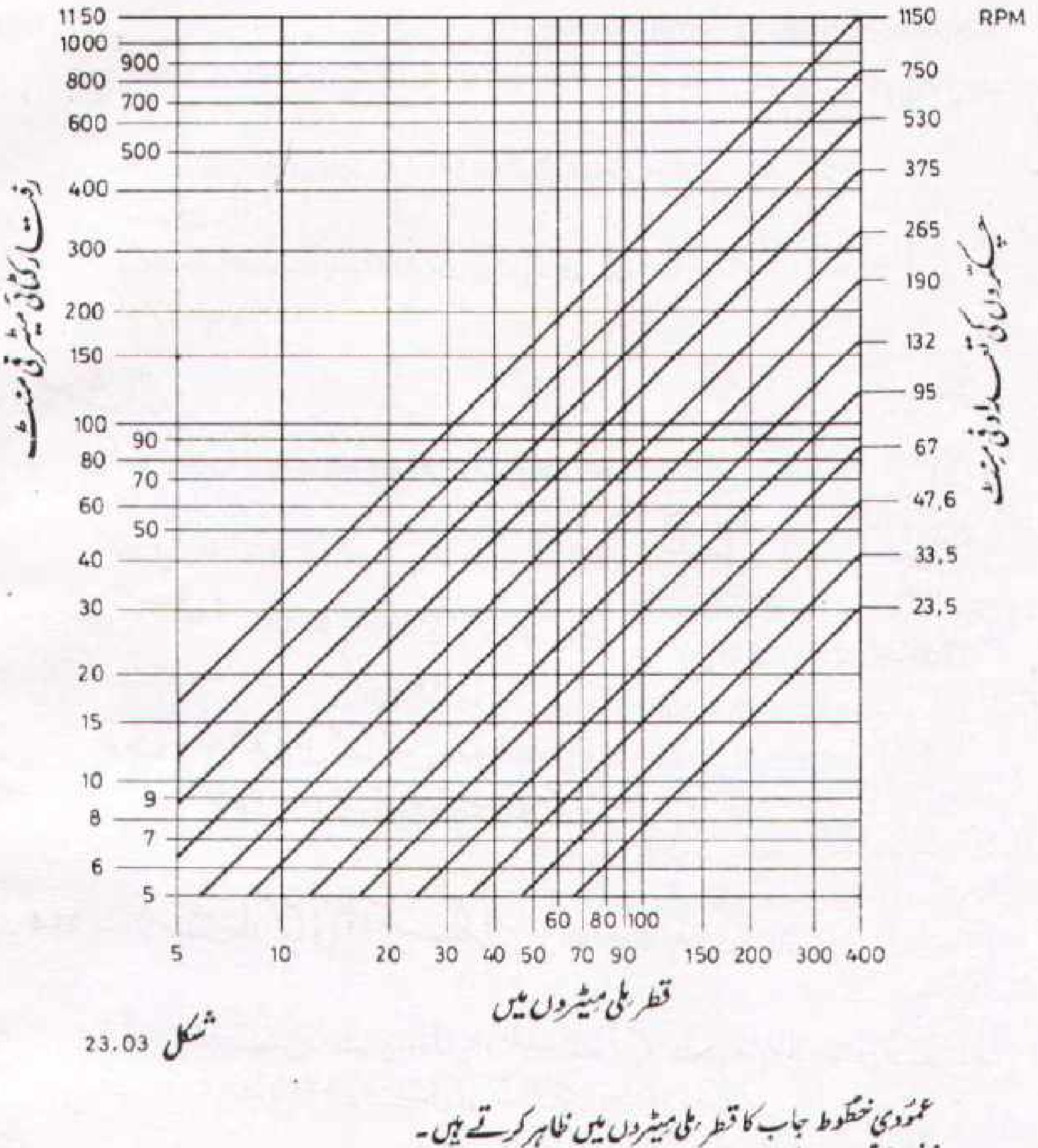
23.4 ــ رفتار کٹائی ڈائیگرام (cutting speed diagram) :

مشیننگ یا کٹائی کے اچھے نتائج اور ٹول اور مشین کے کام کرنے کی لمبی میعاد حاصل کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ مشین کی سپنڈل کی رفتار کو صحیح سیٹ کیا جائے۔

کسی بھی قطر والی جاب کو خرادنے کے لیے سپنڈل کی رفتار فی الفور رفتار کٹائی ڈائیگرام سے معلوم کر سکتے ہیں۔

اس ڈائیگرام کی مدد سے سپنڈل کی رفتار کو حساب کے ذریعے معلوم کرنے کے بجائے براہِ راست حاصل کر سکتے ہیں۔ (شکل 23.03)

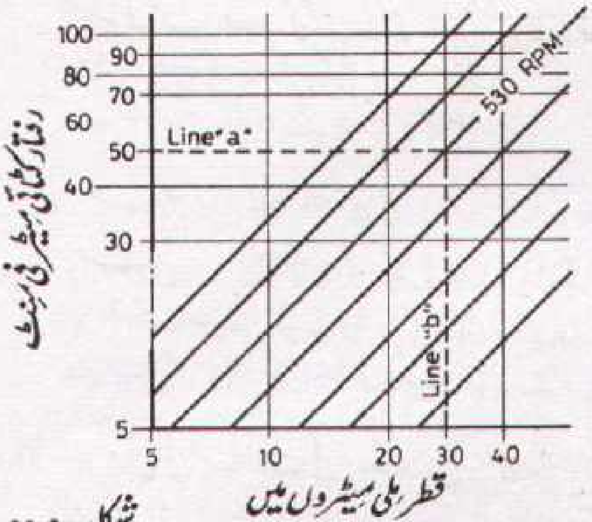
ہر مشین پر ایسی ڈائیگرام چسپاں کی ہوتی ہے۔



شکل 23.03

عمودی خطوط جاب کا قطر ملی میٹروں میں ظاہر کرتے ہیں۔
اُفقی خطوط رفتار کٹائی میٹر فی منٹ میں ظاہر کرتے ہیں۔
ترچھے خطوط سپنڈل کی رفتار "جو سیٹ کرنی ہو" کو ظاہر کرتے ہیں۔
نوٹ : دی گئی سپنڈل کی رفتار کو اسی مشین پر سیٹ کر سکتے ہیں، جس پر یہ ڈائیگرام چسپاں ہو۔

رفتار کٹائی ڈائیگرام کو پڑھنا :



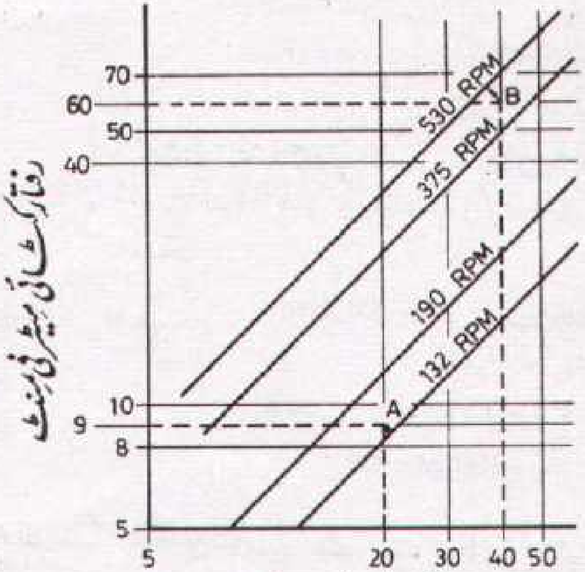
شکل 23.04

30 ملی میٹر قطر کی شافٹ کو خرادنا درکار ہے۔ جدول سے موزوں رفتار کٹائی معلوم کی گئی ہے، جو 50 میٹر فی منٹ ہے۔ سپنڈل کی رفتار معلوم کرنے کے لیے ڈائیگرام کو مندرجہ ذیل طریقے سے پڑھیں گے (شکل 23.04)

(a) رفتار کٹائی کے عمودی خط پر 50 میٹر فی منٹ کے مقام پر نشان لگا کر ایک افقی خط کھینچیں۔ (خط "a")

(b) قطر کے افقی خط پر 30 ملی میٹر کے مقام پر نشان لگا کر ایک عمودی خط کھینچیں۔ (خط "b")

(c) دونوں خطوط ایک دوسرے کو 530 چکر فی منٹ والے ترچھے خط پر قطع کرتے ہیں۔



شکل 23.05

شکل 23.05 میں دکھلائی گئیں دونوں مثالوں میں نقطۂ انقطاع سپنڈل کی رفتار کے ترچھے خطوط کے درمیان آتا ہے۔ ایسی حالتوں میں نقطۂ انقطاع سے نچلے درجے والے سپنڈل کے رفتار والے خط کو منتخب کیا جاتا ہے۔

نقطہ "A" کے لیے 132 چکر فی منٹ والے خط کو منتخب کیا گیا ہے اور نقطہ "B" کے لیے 375 چکر فی منٹ والے۔

اگر ڈائیگرام یا تجسیب سے معلوم کردہ سپنڈل کی رفتار مشین کی رفتاروں کے مدارج کے مطابق نہ ہو تو ترجیحاً اگلے نچلے درجے پر سپنڈل کی رفتار منتخب کی جاتی ہے۔

مثال :

کاسٹ آئرن (سخت) کی گول سلاخ 40 ملی میٹر قطر کو خرادنے کے لیے خراد مشین کی رفتار کیا ہوگی جبکہ سطحی معیار کھُردرا حاصل کرنا ہو؟

خراد مشین کی رفتاروں کے مدارج : 604 – 508 – 412 – 316 – 220 – 124 – 28

معلوم : d – 40 ملی میٹر ، CS – 40 میٹر فی منٹ (جدول سے) چکر فی منٹ

حل : n – 375 چکر فی منٹ (ڈائیگرام سے)

یہ معلوم کر دہ سپنڈل کی رفتار مشین کی رفتاروں کے مدارج 316 اور 412 کے درمیان ہے۔ اس لیے مشین کو 316 چکر فی منٹ پر سیٹ کیا جائے گا۔

23.5 — ٹول کی مسافت کی شرح : (Rate of tool travel)

ٹول کی مسافت کی شرح وہ حرکت ہوتی ہے، جو کٹائی کا ٹول جاب کے ساتھ ساتھ ایک منٹ میں کرتا ہے۔

اس کو ملی میٹر فی منٹ (mm/min) میں ظاہر کرتے ہیں اور اس کے لیے کوئی معیاری مخفف نہیں ہے۔ بہرحال اس کے لیے مخفف "TT" اس کتاب میں استعمال کیا گیا ہے۔

فارمولا :

ٹول کی مسافت کی شرح (TT) = رفیڈ (s) × سپنڈل کی رفتار (n)

$$TT\,(mm/min) = s\,(mm/rev) \times n\,(Rpm)$$

مثال :

ایک کالبے کو خراد مشین پر بنانے کے لیے 0.5 ملی میٹر فی چکر کی فیڈ اور 200 چکر فی منٹ سپنڈل کی رفتار کا انتخاب کیا گیا ہے۔ ٹول کی مسافت کی شرح معلوم کریں۔

معلوم :

$$s = 0.5\ mm/rev \qquad n = 200\ Rpm$$

حل :

$$TT = s \times n = 0.5\ mm/rev \times 200\ Rpm$$

$$= 100\ mm/min$$

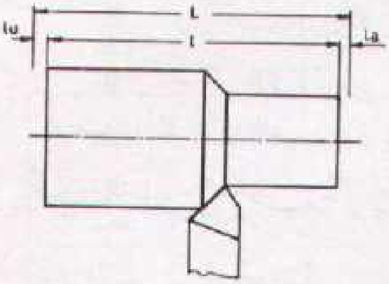
23.6 — مشیننگ کے لیے درکار وقت : (Machining time)

مشیننگ کے لیے درکار وقت وہ وقت ہوتا ہے، جو کسی جاب پر کٹائی کے دوران صرف ہو۔ اس کو منٹوں میں ظاہر کرتے ہیں اور اس کا مخفف "t_m" ہے۔

فارمولا :

$$\text{مشیننگ کے لیے درکار وقت}\ (t_m) = \frac{\text{خرادنے کی لمبائی (کٹ کی لمبائی)}\ (L)}{\text{فیڈ فی منٹ یعنی ٹول کی مسافت کی شرح}\ (TT)}$$

$$t_m\ (min) = \frac{L(mm)}{s(mm) \times n(Rpm)}$$



شکل 23.06

نوٹ : خرادنے کی لمبائی میں آغاز کی گنجائش (la) اور اختتام کی گنجائش (lu) شامل ہوتی ہیں۔ اگرچہ ان گنجائشوں کی لمبائی کا کوئی تعین نہیں کیا گیا، مگر پھر بھی آغاز اور اختتام کی گنجائش ہر دو 5 ملی میٹر لی جاتی ہیں۔

مثال :

75 ملی میٹر قطر اور 270 ملی میٹر لمبی شافٹ کو خرادنا ہے۔ مشیننگ کے لیے درکار وقت معلوم کریں جبکہ 0.2 ملی میٹر فی چکر فیڈ اور 285 چکر فی منٹ سپنڈل کی رفتار ہو۔ (شکل 23.06)

معلوم : $d = 75\ mm$, $l = 270\ mm$, $l_a = l_u = 5\ mm$, $s = 0.2\ mm/rev$

$n = 285\ Rpm$

حل :

$$L = l + l_a + l_u = 270 + 5 + 5 = 280mm$$

$$t_m = \frac{L}{s \times n} = \frac{280\ mm}{0.2\ mm/rev \times 285\ Rpm} = 4.91\ min$$

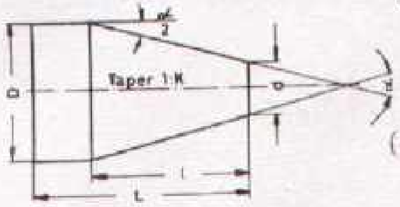
23.7 سلامی خرادنا (Taper turning)

خراد مشین پر مندرجہ ذیل کسی بھی طریقے سے جاب پر سلامی خرادی جاسکتی ہے:۔

- ٹیل سٹاک کے سنٹر کو ہٹا کر (tail stock offset method)
- کمپاؤنڈ سلائیڈ سے (compound slide)
- سلامی خرادنے کے خاص آلات سے (special taper turning attachments)

سلامی خرادنے کے لیے تحسیب مختلف طریقوں کے لیے مختلف ہے۔

اصطلاحات : (شکل 23.07)



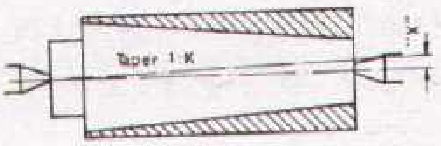
شکل 23.07

1 : K	=	نسبتِ سلامی	(taper ratio)
D	=	بڑا قطر	
d	=	چھوٹا قطر	
l	=	سلامی کی لمبائی	(taper lenght)
L	=	کُل لمبائی	
$\frac{\alpha}{2}$	=	سیٹنگ اینگل	(setting angle)
α	=	سلامی کا زاویہ	(taper angle)

نوٹ : "1 : K" کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ جاب کا قطر لمبائی " K " پر 1 ملی میٹر تبدیل ہوتا ہے ۔

A ــ ٹیل سٹاک کے سنٹر کو ہٹا کر سلامی خرادنا :

اس طریقے سے سلامی خرادنے کے لیے ٹیل سٹاک کے سنٹر کو فاصلہ ' x ' کے برابر پیچھے کی طرف لگایا جاتا ہے ۔ یہ فاصلہ ٹیل سٹاک کا ہٹاؤ (OS) (tail stock offset) کہلاتا ہے ۔ (شکل 23.08)

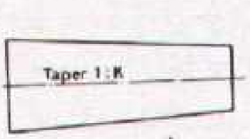


شکل 23.08

اس طرح جاب کے ٹیل سٹاک کی طرف والے کنارے پر سے ٹیل سٹاک کے ہٹاؤ سے دوگنا کٹائی ہوگی ۔

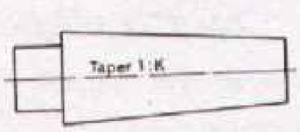
نوٹ : یہ طریقہ خصوصاً لمبے جابوں پر سلامی خرادنے کے لیے بہت موزوں ہوتا ہے یعنی جب سلامی کی لمبائی ٹیل سٹاک کے ہٹاؤ سے 50 گنا زیادہ ہو (l ≥ 50 x OS) ۔

ٹیل سٹاک کا ہٹاؤ معلوم کرنے کے لیے مختلف قسم کے جاب کو مدِنظر رکھتے ہیں ۔ (شکل 23.09 اور 23.10)



شکل 23.09

سلامی کی لمبائی جاب کی کُل لمبائی کے برابر ہے ۔



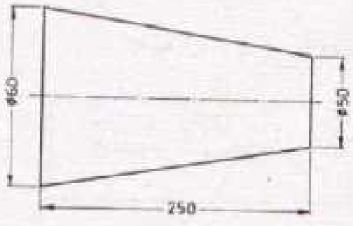
شکل 23.10

سلامی کی لمبائی جاب کی کُل لمبائی سے چھوٹی ہے ۔

B — تحسیب، جب سلامی کی لمبائی جاب کے برابر ہو:

ڈرائینگ میں دی گئی پیمائشوں کے انحصار پر مندرجہ ذیل طریقوں سے ٹیل سٹاک کا ہٹاؤ معلوم کرتے ہیں۔

طریقہ a فارمولا 1 :



شکل 23.11

جب D ، d اور l معلوم ہوں :

$$\text{ہٹاؤ (OS)} = \frac{\text{بڑا قطر (D)} - \text{چھوٹا قطر (d)}}{2}$$

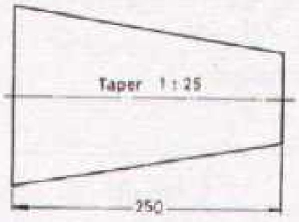
$$OS(mm) = \frac{D\ (mm) - d\ (mm)}{2}$$

شکل 23.11 کی مثال میں

$$OS = \frac{60\ mm - 50\ mm}{2} = 5\ mm$$

طریقہ b فارمولا 2 :

جب l اور سلامی کی نسبت معلوم ہوں :



شکل 23.12

$$\text{ہٹاؤ (OS)} = \frac{\text{سلامی کی لمبائی } (l)}{2 \times \text{نسبت سلامی}}$$

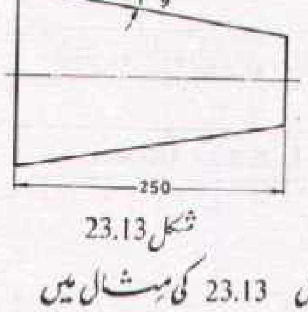
یا

$$OS\ (mm) = \frac{l\ (mm)}{2 \times K}$$

شکل 23.12 کی مثال میں

$$OS = \frac{l}{2 \times K} = \frac{250\ nm}{2 \times 25} = 5\ mm$$

طریقہ c فارمولا 3 :



شکل 23.13

جب l اور سیٹنگ اینگل ($\alpha/2$) معلوم ہوں :

$$\text{ہٹاؤ} = \text{سلامی کی لمبائی } (l) \times \tan \alpha/2$$

یا

$$OS\ (mm) = l\ (mm) \times \tan \alpha/2$$

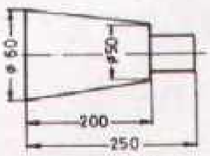
شکل 23.13 کی مثال میں

$$OS = l\ (mm) \times \tan \alpha/2 = 250 \times \tan 1°9' = 250 \times 0.0202$$

$$= 5.05\ mm$$

تخمینہ جب سلامی کی لمبائی کُل لمبائی سے چھوٹی ہو :

طریقہ d فارمولا 4 :



شکل 23.14

جب D ، d ، L اور l معلوم ہوں :

$$\text{ہٹاؤ} = \frac{\text{بڑا قطر (D)} - \text{چھوٹا قطر (d)}}{2} \times \frac{\text{جاب کی لمبائی (L)}}{\text{سلامی کی لمبائی (l)}}$$

$$OS\,(mm) = \frac{D\,(mm) - d\,(mm)}{2} \times \frac{L\,(mm)}{l\,(mm)}$$

شکل 23.14 کی مثال میں :

$$OS = \frac{D - d}{2} \times \frac{L}{l} = \frac{60 - 50}{2} \times \frac{250}{200} = 6.25 \text{ mm.}$$

طریقہ e فارمولا 5 : جب L اور نسبتِ سلامی معلوم ہوں :

شکل 23.15

$$\text{ہٹاؤ} = \frac{\text{جاب کی لمبائی (L)}}{\text{نسبت سلامی (1 : K)} \times 2}$$

یا

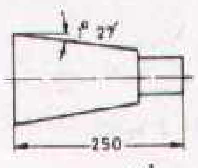
$$OS\,(mm) = \frac{L\,(mm)}{2 \times K}$$

شکل 23.15 کی مثال میں :

$$OS = \frac{250}{2 \times 20} = 6.25 \text{ mm}$$

طریقہ f فارمولا 6 :

جب L اور سیٹنگ اینگل معلوم ہوں :



شکل 23.16

$$\text{ہٹاؤ} = \text{جاب کی لمبائی (L)} \times \tan \alpha/2$$

یا

$$OS\,(mm) = L\,(mm) \times \tan \alpha/2$$

شکل 23.16 کی مثال میں:

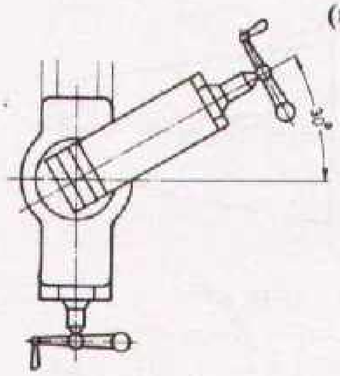
$$OS = 250 \times \tan 1°27' = 250 \times 0.0254 = 6.23 \text{ mm.}$$

نوٹ : اوپر دی گئی مثالوں میں مثال c اور f کے نتائج میں معمولی فرق آتا ہے۔ یہ فرق اس لیے ہے کہ جدول میں tangent کی قیمت میں معمولی فرق ہے، مگر عموماً اکثر حالتوں میں نتائج تسلی بخش رہتے ہیں۔

چونکہ مثال d ، e اور f میں ٹیل سٹاک کا ہٹاؤ (OS) کل لمبائی کے پچاسویں حصے سے بڑا ہے ($OS > \frac{L}{50}$) ۔اس لیے اس طریقے سے ان جابوں پر سلامی نہیں خرادی جاسکتی ہے

(B) کمپاؤنڈ سلائیڈ کی مدد سے سلامی خرادنا :

(taper turning with the help of compound slide)



شکل 23.17

اس طریقے سے سلامی خرادنے کے لیے کمپاؤنڈ سلائیڈ کو (جس کے پیندے پر زاویوں کے اندراجات کندہ ہوتے ہیں) مقصود سیٹنگ اینگل پر باندھتے ہیں ۔ اس طریقے میں خودکار فیڈ لگانا ممکن نہیں ہوتا کمپاؤنڈ سلائیڈ کے فیڈ سکریو کو ہاتھ سے چلانا پڑتا ہے ۔ (شکل 23.17)

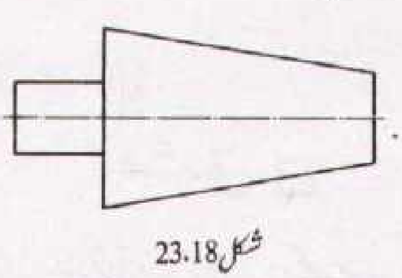
نوٹ : کمپاؤنڈ سلائیڈ کو باندھنے یعنی سیٹ کرنے کے لیے سیٹنگ اینگل ($\alpha/2$) یا سلامی کا زاویہ (α) معلوم ہونا ضروری ہے ۔

یہ خیال رکھیں کہ سیٹنگ اینگل ہمیشہ سلامی کے زاویے سے آدھا ہوتا ہے ۔

ڈرائنگ میں دی گئی پیمائشوں کے مطابق سیٹنگ اینگل مندرجہ ذیل طریقوں سے معلوم کر سکتے ہیں :-

فارمولا 7 :
جب نسبتِ سلامی معلوم ہو :

فارمولا 8 :
جب D ، d اور l معلوم ہوں :



شکل 23.18

$$\tan \alpha/2 = \frac{1}{2 \times \text{taper ratio}}$$

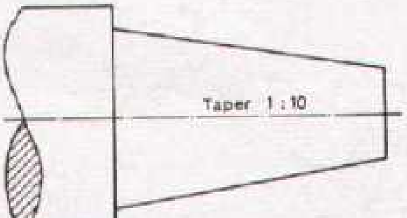
$$\boxed{\tan \alpha/2 = \frac{1}{2 \times K}}$$

$$\tan \alpha/2 = \frac{\text{Bigger dia} - \text{Smaller dia}}{2 \times l}$$

$$\boxed{\tan \alpha/2 = \frac{D\ \text{mm} - d\ \text{mm}}{2 \times l\ \text{mm}}}$$

مثال :

شکل 23.19 کے لیے سیٹنگ اینگل معلوم کریں۔



شکل 23.19

معلوم :

$1 : K = 1 : 10$

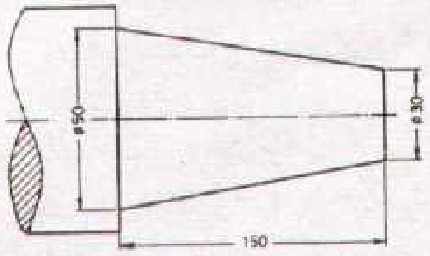
حل :

$$\tan \alpha/2 = \frac{1}{2 \times 10} = 0.05$$

$\alpha/2 = 2°52'$ (جدول سے)

مثال :

شکل 23.20 کے لیے سیٹنگ اینگل معلوم کریں۔



شکل 23.20

معلوم :

$D = 50$ mm $\quad l = 150$ mm

$d = 30$ mm

حل :

$$\tan \alpha/2 = \frac{D-d}{2 \times l}$$

$$= \frac{50-30}{2 \times 150} = 0.0666$$

$\alpha/2 = 3°48'$ (جدول سے)

مشق 23

1 مندرجہ ذیل جدول میں موزوں رفتار کٹائی درج کریں۔ (دیکھیے عنوان 23.1)

جاب کا میٹریل	ٹول کا میٹریل	سطحی معیار	رفتار کٹائی
کاسٹ آئرن (درمیانہ سخت)	کاربائیڈ ٹپ ٹول	عمدہ	.... m/min
ٹول سٹیل	ہائی سپیڈ سٹیل	کھردرا	.......m/min
ایلومینیم	ہائی سپیڈ سٹیل	عمدہ	...... m/min
ربڑ (سخت)	کاربائیڈ ٹپ ٹول	عمدہ	......m/min

2 ۔ اُوپر دیے گئے میٹریل کے لیے سپنڈل کی رفتار معلوم کریں، جبکہ ہر میٹریل کے لیے سلاخ کا قطر 100 ملی میٹر ہو ۔

(a) تحسیب کے ذریعے

(b) ڈائیگرام کے ذریعے (دیکھیے عنوان 23.4)

3 ۔ فرض کیا، تانبے کی سلاخ، جس کا قطر 85 ملی میٹر ہے، کو 65 میٹر فی منٹ رفتار کٹائی پر خرادا جائے تو:

(a) عمدہ ختمی سطح حاصل کرنے کے لیے زیادہ سے زیادہ فیڈ کیا ہوگی ؟

(b) سپنڈل کی رفتار کتنی سیٹ کریں گے، جبکہ مشین پر سپنڈل کی رفتاروں کے مدارج حسبِ ذیل ہیں :۔

32 – 144 – 242 – 355 – 478 – 592 – 740 Rpm

4 ۔ نامعلوم قدریں معلوم کریں :۔

No.	a	b	c	d	e	f	
d	45	105	60	90	?	?	mm
n	180	60	?	?	190	190	Rpm
CS	?	?	22	22	24	60	m/min

5 ۔ 60 ملی میٹر قطر کی شافٹ کو 150 میٹر فی منٹ رفتار کٹائی پر خرادا جائے گا ۔ سپنڈل کی رفتار کیا ہوگی ؟

(a) تحسیب کے ذریعے

(b) ڈائیگرام کے ذریعے (دیکھیے عنوان 23.4)

(c) جدول 23.1 سے حاصل کردہ جواب کی پڑتال کریں کہ کیا ST50 سٹیل کی شافٹ کو کاربائیڈ ٹپ ٹول سے خراد کر عمدہ ختمی سطح حاصل کی جائے گی ؟

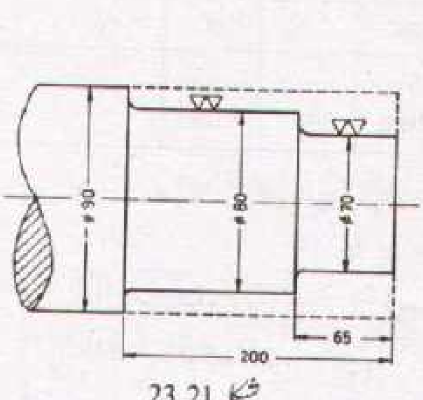
6 ۔ شکل 23.21 میں دکھلائے گئے کناروں کے مطابق شافٹ کے کناروں کو خرادا جائے گا ۔ کناروں کی مقصود شکل حاصل کرنے کے لیے چار کٹ درکار ہوں گے :۔

کٹ نمبر 1 : کھُردرا کٹ ، لمبائی 200 ملی میٹر

کٹ نمبر 2 : کھُردرا کٹ ، لمبائی 65 ملی میٹر

کٹ نمبر 3 : عمدہ کٹ ، لمبائی 135 ملی میٹر

کٹ نمبر 4 : عمدہ کٹ ، لمبائی 65 ملی میٹر



شکل 23.21

کھردری کٹائی کے لیے فیڈ کی مقدار 1.0 ملی میٹر فی چکر اور عمدہ کٹائی کے لیے 0.2 ملی میٹر فی چکر کا انتخاب کیا گیا ہے ۔ جبکہ جاب ٹول سٹیل اور ٹول ہائی سپیڈ سٹیل کا ہو منتخب رفتار کٹائی بالترتیب 25 اور 30 میٹر فی منٹ ہوں۔
معلوم کریں :۔

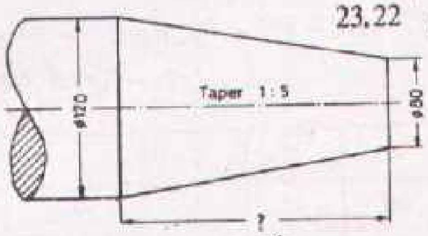
(a) جدولوں سے پڑتال کریں کہ آیا منتخب فیڈ اور رفتار کٹائی دونوں جدولوں میں درج مشاورتی مدارج کے مطابق ہیں ؟

(b) موزوں رفتار سپنڈل کو تحسیب اور ڈائیگرام سے معلوم کریں ۔

(c) ہر کٹ کے لیے مشیننگ کے لیے درکار وقت معلوم کریں ۔

(d) مشیننگ کے لیے درکار کل وقت معلوم کریں ۔

7 ۔ شافٹ کے ایک کنارے پر سلامی خرادنا ہے ۔ شکل 23.22
معلوم کریں :۔
سلامی کی لمبائی "l"
سیٹنگ اینگل "α/2"



شکل 23.22

8 مندرجہ ذیل نسبت سلامی کی سلامی خرادنے کے لیے سیٹنگ اینگل معلوم کریں :۔
(a) 1:6, (b) 1:10, (c) 1:15, (d) 1:20 (e) 1:50

9 اگر مندرجہ ذیل سلامیاں خرادنا مقصود ہوں، تو ٹیل سٹاک کا ہٹاؤ (OS) معلوم کریں :۔

No.	a	b	c	d	e	f	
D	80	60	70	48	90	88	mm
d	75	55	64	40	85	85	mm
l	250	200	120	160	150	150	mm
L	300	240	160	200	240	200	mm
OS	---- mm	---- mm	---- mm	---- mm	---- mm	---- mm	

نوٹ : ٹیل سٹاک کا ہٹاؤ کبھی بھی جاب کی کل لمبائی کے پچاسویں حصے سے بڑا نہیں ہونا چاہیے ۔

$$\left(OS < \frac{L}{50} \right)$$

پڑتال کریں کہ آیا تمام نتائج اس اصول کے مطابق ہیں ؟ اور کیا اس طریقے سے تمام سلامیاں خرادی جاسکتی ہیں ؟

باب 24

تحیب ڈرلنگ

(Drilling calculations)

24.1 — رفتار کٹائی ، سپنڈل کی رفتار :

ڈرلنگ کے لیے رفتار کٹائی وہ رفتار ہوتی ہے جو برمے کے کٹائی کی دھار (Cutting edge) کی محیطی رفتار ہو۔

اس کو میٹر فی منٹ (m/min) میں لکھتے ہیں اور اس کا مخفف " CS " ہے۔

سپنڈل کی رفتار وہ رفتار ہوتی ہے، جس پر ڈرلنگ مشین کی سپنڈل گھومتی ہے۔

اس کو چکر فی منٹ (Rpm) میں ظاہر کرتے ہیں اور اس کا مخفف " n " ہے۔

اس کو اسی طریقے سے معلوم کر سکتے ہیں، جس طرح خرادنے کے لیے معلوم کرتے ہیں۔

فارمولے :

$$\text{رفتار کٹائی (CS)} = \frac{\text{برمے کا قطر (d)} \times \pi \times \text{سپنڈل کی رفتار (n)}}{1000}$$

یا

$$CS\,(m/min) = \frac{d(mm) \times \pi \times n\,(Rpm)}{1000}$$

$$\text{سپنڈل کی رفتار (n)} = \frac{1000 \times \text{رفتار کٹائی (CS)}}{\pi \times \text{برمے کا قطر (d)}}$$

یا

$$n\,(Rpm) = \frac{CS\,(m/min) \times 1000}{d(mm) \times \pi}$$

جدول :

تجربات سے معلوم کیا گیا ہے کہ مختلف میٹریل کے لیے مندرجہ ذیل رفتار کٹائی موزوں ہوتی ہے ،

جبکہ ہائی سپیڈ سٹیل کا برما استعمال کیا جائے ۔

میٹریل، جس میں سوراخ کرنا ہو	رفتار کٹائی (m/min)
کاسٹ آئرن (درمیانہ سخت)	15
کاسٹ آئرن (سخت)	9 تا 12
ہائیلڈ سٹیل (ST 60 تک)	15 تا 18
ٹول سٹیل	9 تا 12
پیتل	30 تا 40
کانسی	30 تا 12
ایلومینیم	140 تا 160

سپنڈل کی رفتار کے لیے مشین پر چسپاں جدول :

ڈرلنگ مشین کی ساخت (نسبتِ منتقلی) کے مطابق ہر مشین کے سپنڈل کی رفتاروں کے محدود مدارج ہوتے ہیں ۔
ایک پلیٹ، جس پر یہ مدارج لکھے ہوتے ہیں، ڈرلنگ مشین پر چسپاں کر دی جاتی ہے اور ساتھ ہی ہدایات بھی لکھ دی جاتی ہیں کہ اس مشین کو کس طرح ان مدارج پر سیٹ کرنا ہوتا ہے ۔

مثال :

کاسٹ آئرن GG 18 کے ہاؤسنگ میں 20 ملی میٹر قطر کے برمے سے سوراخ کرنا ہے ۔ جدول سے رفتارِ کٹائی معلوم کریں اور سپنڈل کی رفتار کا حساب کریں، نیز بتائیں کہ مشین کو کون سی سپنڈل کی رفتار پر سیٹ کریں گے، جبکہ مشین پر مندرجۂ ذیل سپنڈل کی رفتاروں کے مدارج ہیں ۔

47.5 – 75 – 118 – 190 – 300 – 475 – 602 – 865

حل :

(a) CS = 15 m/min (جدول سے)

(b) $n = \frac{CS \times 1000}{d \times \pi} = \frac{15 \times 1000}{20 \times 3.14} = 238.85$ Rpm.

مشین پر لگے ہوئے سپنڈل کی رفتاروں کے مدارج جدول کے مطابق مشین کو 190 Rpm پر سیٹ کریں گے ۔

24.2 — فیڈ (Feed)

سپنڈل کے ایک چکر کے دوران جاب کے اندر برمے کی دھنسنے کی مقدار کو "فیڈ" کہتے ہیں۔
اس کو ملی میٹر فی چکر (mm /rev) میں ظاہر کرتے ہیں۔

جدول :

تجربات کی بنا پر مختلف میٹریلوں میں ہائی سپیڈ سٹیل کے مختلف قطر والے برموں سے سوراخ کرنے کے لیے مندرجہ ذیل جدول میں موزوں فیڈیں تجویز کی گئی ہیں :-

میٹیریل	ہائی سپیڈ سٹیل کے برموں کے قطر ملی میٹر میں							
	1.5	3	5	10	15	20	25	30
مائیلڈ سٹیل	0.1 ملی میٹر تک			0.4 ملی میٹر تک				
ٹول سٹیل	0.1 ملی میٹر تک			0.3 ملی میٹر تک				
کاسٹ آئرن	0.15 ملی میٹر تک			0.4 ملی میٹر تک				
ایلومینیم	0.2 ملی میٹر تک			0.4 ملی میٹر تک				
پیتل	0.1 ملی میٹر تک			0.4 ملی میٹر تک				
کانسی	0.1 ملی میٹر تک			0.5 ملی میٹر تک				

مثال :

اگر ٹول سٹیل کی جاب میں 10 ملی میٹر قطر کا سوراخ کرنا درکار ہو تو موزوں فیڈ معلوم کریں۔

حل :

جدول سے 0.3 ملی میٹر فی چکر کی فیڈ موزوں ہوگی۔

24.3 — ٹول کی مسافت کی شرح (Rate of tool travel) :

ٹول کی مسافت کی شرح وہ فاصلہ ہے جو برما ایک منٹ میں جاب کے اندر دھنستا ہے۔
اس کو ملی میٹر فی منٹ (mm/min) میں ظاہر کرتے ہیں اور اس کا مخفف " TT " ہے۔

فارمولا :

$$TT\ (mm/min) = s\ (mm/rev) \times n\ (Rpm)$$

مثال :

فولاد کی پٹی "ST 37" میں 16 ملی میٹر قطر کا سوراخ کرنے کے لیے ڈرلنگ مشین کو سیٹ کرنا ہے۔ مندرجۂ ذیل معلوم کریں :-

(a)- جدول سے رفتارِ کٹائی (CS) ۔

(b)- جدول سے فیڈ (s) ۔

(c)- سپنڈل کی رفتار (n) ۔

(d)- مشین پر چسپاں جدول سے سپنڈل کی اصل رفتار (ń) معلوم کریں، جبکہ مندرجۂ ذیل مدارج ہوں ۔

35.5 – 62 – 128 – 212 – 308 – 426 – 539 – 680 – 796 – 938 – 1150

(e) ٹول کی ساخت کی شرح ۔

حل :

a) CS = 18 m/min (جدول سے)

b) s = 0.2 mm/ (جدول سے)

c) $n = \frac{18 m/min \times 1000}{16 mm \times 3.14} = 358.3$ Rpm

d) ń = 308 Rpm (مشین پر چسپاں جدول سے)

e) TT = s × n = 0.2 mm × 308 Rpm

= 61.6 mm/min

24.4 — مشیننگ کے لیے درکار وقت : (machining time)

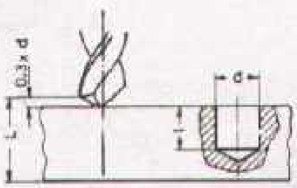
کسی جاب میں سوراخ کرنے کے لیے درکار وقت کو مشیننگ کا وقت کہتے ہیں ۔ اس کو منٹوں میں لکھتے ہیں اور اس کا مخفف t_m ہے ۔

فارمولا :

$$\text{مشیننگ کا وقت } (t_m) = \frac{\text{سوراخ کرنے کی لمبائی (کٹائی کی لمبائی) (L)}}{\text{فیڈ فی منٹ (ٹول کی مسافت کی شرح) (s)}}$$

یا

$$t_m (min) = \frac{L (mm)}{s (mm) \times n (Rpm)}$$



شکل 24.01

نوٹ : سوراخ کرنے کی لمبائی 'L' میں شروع کی گنجائش 'la' بھی شامل ہوتی ہے۔ شروع کی گنجائش عموماً 0.3 × d ہوتی ہے۔ (شکل 24.01)

مثال a :

اگر برمے کا قطر 18 ملی میٹر ہو، تو شروع کی گنجائش معلوم کریں۔

معلوم :

$$d = 18\ mm$$

حل :

$$la = 0.3 \times d = 0.3 \times 18\ mm = 5.4\ mm$$

مثال b :

25 ملی میٹر موٹی پلیٹ میں 20 ملی میٹر قطر کا سوراخ کرنا ہے۔ سوراخ کرنے کی لمبائی معلوم کریں۔

معلوم :

$$d = 20\ mm \qquad l = 25\ mm$$

حل :

$$L = l + la = 25\ mm + 0.3 \times 20\ mm$$
$$= 31mm$$

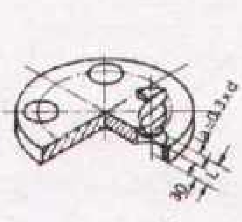
مثال c :

30 ملی میٹر موٹے ST 50 سٹیل کے ڈھکنے میں 22 ملی میٹر قطر کے تین سوراخ کرنے ہیں۔ (شکل 24.02) ۔ سوراخ کرنے کی کُل لمبائی معلوم کریں۔

معلوم :

$$d = 22\ mm \qquad l = 30\ mm$$

حل :



شکل 24.02

$$L' = 3 \times L$$
$$L = 30mm + 0.3 \times 22mm = 36.6\ mm$$
$$L' = 3 \times 36.6\ mm$$
$$= 109.8\ mm$$

مثال d :

اُوپر والی مثال c میں سٹیل کے ڈھکنے میں سوراخ کرنے کے لیے مشیننگ کا وقت معلوم کریں۔

(a)۔ رفتارِ کٹائی (CS) جدول سے : $CS = 17\ \text{mm/min}$

(b)۔ فیڈ (s) جدول سے : $s = 0.2\ \text{mm/rev}$

(c)۔ سوراخ کرنے کی لمبائی (L') مثال c سے۔ $L' = 109.8\ \text{mm}$

(d)۔ سپنڈل کی رفتار (n)

$$n = \frac{CS \times 1000}{d \times \pi}$$

$$= \frac{17 \times 1000}{22 \times 3.14} = 246\ \text{Rpm}$$

(e)۔ ٹول کی مسافت کی شرح (TT) :

$$TT = s \times n$$

$$= 0.2 \times 246 = 49.2\ \text{mm/min}$$

(f)۔ مشیننگ کا وقت (t_m) :

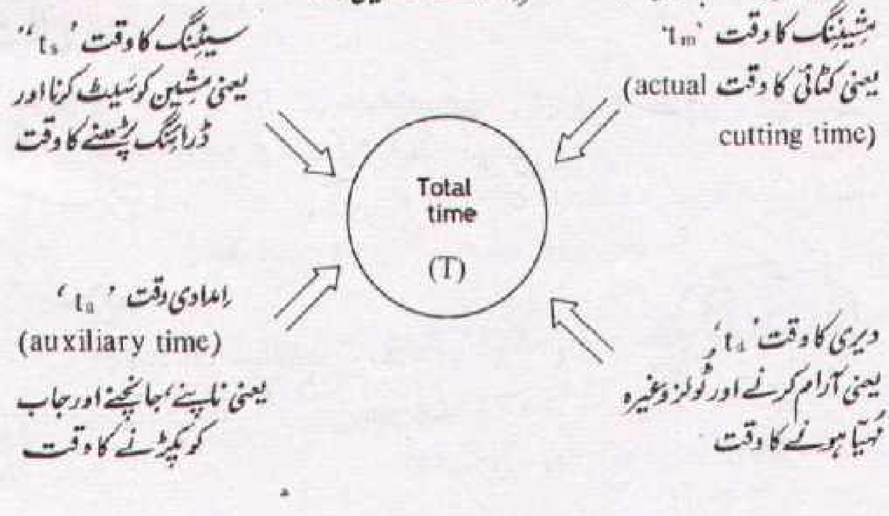
$$t_m = \frac{L'}{TT}$$

$$= \frac{109.8\ \text{mm}}{49.2\ \text{mm/min}} = 2.23\text{min}$$

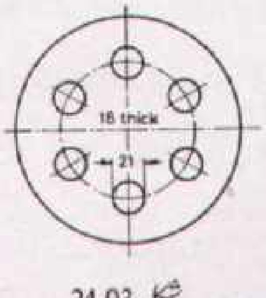
24.5 — کُل وقت (Total time)

کسی جاب کو مکمل کرنے کے لیے جو وقت درکار ہوتا ہے، اُسے کُل وقت (T) کہتے ہیں۔ کُل وقت کا انحصار مختلف عناصر پر ہوتا ہے، جن کا نہ صرف جزوی طور پر تخمینہ پر بلکہ تجربات، ٹول کی کیفیت اور فیکٹری کے نظام پر بھی انحصار ہوتا ہے۔

مندرجۂ ذیل خاکے میں مختلف عناصر دکھلائے گئے ہیں :۔



مثال:



شکل 24.03

شکل 24.03 کے مطابق کاسٹ آئرن کے آٹھ فلینجز میں سوراخ کرنے کے لیے کل وقت معلوم کریں، جبکہ: سیٹنگ کا وقت (t_s) 10 منٹ؛ اور امدادی وقت (t_{au}) 2 منٹ فی فلینج اور دیری کا وقت (t_d) مشیننگ کے وقت کا 15 فی صد ہو۔

مشین پر رفتاروں کے مدارج کا جدول:

22.5 – 44 – 83 – 185 – 292 – 405 – 625

نوٹ: بہتر درستی حاصل کرنے کے لیے پہلے 5 ملی میٹر قطر کے سوراخ کیے جائیں گے۔

حل:

(a) رفتار کٹائی (CS) جدول سے: $CS = 15\ mm/min$

(b) فیڈ (S) برائے 5 ملی میٹر قطر جدول سے: $S = 0.15\ mm/rev$

(c) فیڈ (Ś) برائے 21 ملی میٹر قطر جدول سے: $S' = 0.2\ mm/rev$

(d_1) 5 ملی میٹر قطر کا ایک سوراخ کرنے کی لمبائی (L_1):

$$L_1 = 18 + 0.3d = 18 + 0.3 \times 5 = 18 + 1.5 = 19.5$$

(e_1) 5 ملی میٹر قطر کے چھ سوراخ کرنے کی لمبائی (L'_1):

$$L'_1 = 19.5 \times 6 = 117\ mm$$

(f_1) سپنڈل کے چکر فی منٹ (n_1) برائے 5 ملی میٹر قطر:

$$n_1 = \frac{CS \times 1000}{d \times \pi} = \frac{15 \times 1000}{5 \times 3.14} = 955\ RPM$$

(g_1) مشین پر چسپاں رفتاروں کے مدارج کے جدول کے مطابق چکر فی منٹ (n'_1) برائے سوراخ 5 ملی میٹر قطر:

$$n'_1 = 625\ RPM$$

(h_1) مشیننگ کا وقت برائے 5 ملی میٹر قطر (t_{m_1}):

$$t_{m_1} = \frac{L'_1}{S \times n'_1} = \frac{117}{0.15 \times 625} = 1.25\ min$$

(d_2) 21 ملی میٹر قطر کا ایک سوراخ کرنے کی لمبائی (L_2):

$$L_2 = 18 + 0.3d = 18 + 0.3 \times 21 = 18 + 6.3 = 24.3\ mm$$

(e_2) 21 ملی میٹر قطر کے چھ سوراخ کرنے کی لمبائی (L'_2):

$$L'_2 = 24.3 \times 6 = 145.8\ mm$$

(f_2) سپنڈل کے چکر فی منٹ (n_2) برائے 21 ملی میٹر قطر:

$$n_2 = \frac{CS \times 1000}{d \times \pi} = \frac{15 \times 1000}{21 \times 3.14} = 227\ RPM$$

(g_2) مشین پر چسپاں رفتاروں کے مدارج کے جدول کے مطابق چکر فی منٹ (n'_2) برائے سوراخ 21 ملی میٹر قطر:

$$n'_2 = 185\ RPM$$

(h2) شیٹنگ کا وقت برائے 21 ملی میٹر قطر (t_{m_2})

$$t_{m_2} = \frac{L'_2}{S \times n'_2} = \frac{145.8}{0.2 \times 185} = 3.9\ min$$

(i) شیٹنگ کا وقت فی فلینج (t_m)

$$t''_m = t_{m_1} + t_{m_2} = 1.25\ min + 3.94\ min = 5.2\ min$$

(j) دیری کا وقت فی فلینج (t_d) شیٹنگ کے وقت کا 15 فی صد

$$t_d = \frac{5.2\ min \times 15}{100} = 0.78\ min$$

(k) سیٹنگ کا وقت (t_s)

$$t_s = 10\ min$$

(l) امدادی وقت فی فلینج (t_{au})

$$t_a = 2\ min/flange$$

(m) کل وقت برائے 8 فلینج (T)

$$T = (t''_m \times 8) + (t_d \times 8) + (t_{au} \times 8) + t_s$$
$$= (5.2 \times 8) + (0.78 \times 8) + (2 \times 8) + 10$$
$$= 41.6 + 6.24 + 16 + 10$$
$$= 73.84\ min$$

مشق 24

1 ۔ ڈرلنگ مشین کی سپنڈل کی رفتار معلوم کریں نیز مشین پر چھپاں رفتاروں کے جدول سے سپنڈل کی رفتار بھی درج کریں، جس پر مشین کو سیٹ کیا جائے گا ۔

No.	a	b	c	d	e	f	g	
d (drill)	8	16	24	26	18	12	20	mm
CS	22	22	22	18	26	24	12	m/min
n								Rpm
n'								Rpm

مشین پر چھپاں رفتاروں کا جدول :

26 – 42 – 98 – 175 – 290 – 420 – 630 – 860 – 1190

2 ۔ سوراخ کرنے کی لمبائی معلوم کریں :۔

No.	a	b	c	d	e	f	g	
d (drill)	12	9	26	12	16	30	8	mm
l (hole)	10	20	20	30	30	10	25	mm
L (total)								mm

3 ـ ڈرل کی مسافت کی شرح معلوم کریں جبکہ :

(a) فیڈ 0.1 ملی میٹر فی چکر اور سپنڈل کی رفتار 276 چکر فی منٹ ہو ۔

(b) فیڈ 0.15 ملی میٹر فی چکر اور رفتارِ کٹائی 24 میٹر فی منٹ اور جاب کا قطر 30 ملی میٹر ہو

4 ـ مندرجۂ ذیل جدول میں دی گئیں قدروں کے مطابق سوراخ کرنے کا وقت معلوم کریں :۔

No.	a	b	c	d	
L (total)	96	36	120	225	mm
n.	660	1200	100	90	Rpm.
s	0.16	0.15	0.5	0.4	mm/rev
t_m					min

5 ـ شکل 24.04 میں دکھلائے گئے بُش کے لیے مندرجۂ ذیل معلوم کریں :۔

(a) خراد نے کے لیے مشیننگ کا وقت ۔

نوٹ : عمدہ ختمی سطح حاصل کرنے کے لیے دو کٹ درکار ہوں گے ۔

(b) برمے سے سوراخ کرنے کے لیے مشیننگ کا وقت ۔
(عمدہ ختمی سطح) ڈرل کا قطر 30 ملی میٹر، صرف ایک کٹ

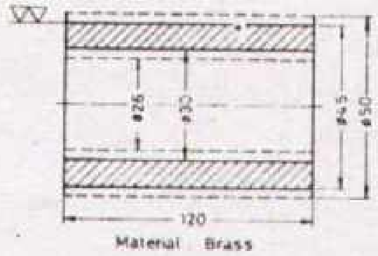
(c) کُل وقت جبکہ سوراخ کرنے اور خراد نے کے لیے صرف مشیننگ کا وقت 8 منٹ ہو ۔

جبکہ خراد نے کے لیے :

la = lu = 5 mm ; s ▽ = 0.2 mm/rev.

s ▽▽ = 0.12 mm/rev.

CS = 40/60 m/min.



شکل 24.04

باب 25

تحسیب ملنگ (Milling calculations)

25.1 — سپنڈل کی رفتار

ملنگ کے لیے سپنڈل کی رفتار وہ رفتار ہوتی ہے، جس پر ملنگ مشین کی سپنڈل فی منٹ گھومتی ہے۔ اس کو چکر فی منٹ (Rpm) میں لکھتے ہیں اور مخفف "n" ہوتا ہے۔

فارمولا :

$$\text{سپنڈل کی رفتار} = \frac{1000 \times (CS)\ \text{کٹائی کی رفتار}}{\pi \times (d)\ \text{کٹر کا قطر}}$$

$$n\,(Rpm) = \frac{CS\,(m/min) \times 1000}{d\,(mm) \times \pi}$$

مثال : کٹر کا قطر 80 ملی میٹر ہے۔ سپنڈل کی رفتار معلوم کریں جبکہ کٹائی کی رفتار 20 میٹر فی منٹ سے زیادہ نہ ہو۔ مشین پر چسپاں رفتاروں کا جدول :

16 – 34 – 70 – 155 – 280 – 320

معلوم :

d = 80 mm ; CS = 20 m/min

حل :

$$n = \frac{CS \times 1000}{d \times \pi} = \frac{20 \times 1000}{80 \times 3.14} = 79.5\ Rpm$$

مشین پر چسپاں جدول کے مطابق مشین کو 70 چکر فی منٹ کی رفتار (ń) پر سیٹ کیا جائے گا۔

لہٰذا ń = 70 Rpm

25.2 — رفتار کٹائی اور فیڈ برائے ملنگ کٹرز :

ملنگ کٹر کی رفتار کٹائی وہ رفتار ہوتی ہے، جو جاب کٹر کا کنارہ فاصلہ طے کرتا ہے۔ اس کو میٹر فی منٹ (m/min) میں لکھتے ہیں اور اس کا مخفف "CS" ہے۔

فارمولا :

$$\text{رفتار کٹائی}\ (CS) = \frac{\text{کٹر کا قطر}\ (d) \times \pi \times \text{سپنڈل کی رفتار}\ (n)}{1000}$$

$$CS\,(m/min) = \frac{d\,(mm) \times \pi \times n\,(Rpm)}{1000}$$

وہ رفتار جس پر جاب کٹر سے گزرتی ہے، کو فیڈ کی شرح کہتے ہیں۔ ملنگ میں فیڈ کو دو طریقوں سے ظاہر کرتے ہیں۔ اول ملی میٹر فی چکر (mm/rev) اور دوم ملی میٹر فی دندانہ (mm/ tooth)

بہرحال عام طور پر اصطلاح "فیڈ" بھی ویسے ہی استعمال ہوتی ہے، جیسے اصطلاح "فیڈ کی شرح" اور "ٹول کی مسافت کی شرح"۔ جیسا کہ یہ ملی میٹر فی منٹ (mm/min) میں لکھی جاتی ہیں۔ اس طریقے سے ملنگ کی فیڈ ظاہر کرتے ہیں اور اس کا مخفف "s" ہے۔

مثال :

فیڈ (فیڈ کی شرح) معلوم کریں جبکہ جاب کے اُوپر کٹر 0.15 ملی میٹر فی چکر فاصلہ طے کرے اور 76 چکر فی منٹ پر گھومے۔

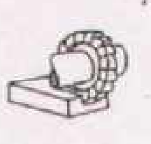
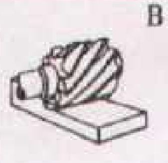
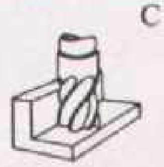
حل :

feed (rate of feed) = 0.15 mm/rev. × 76 Rpm

= 11.4 mm/min

جدول (رفتار کٹائی اور فیڈ)

کٹر کی شکل، کٹر کی قسم اور مطلوبہ سطحی معیار کے مُطابق مُندرجہ ذیل کٹائی کی رفتاریں اور فیڈیں موزوں ہوتی ہیں۔ جبکہ کٹر کا میٹریل ہائی سپیڈ سٹیل (HSS) ہو۔

کاٹا جانے والا میٹریل				رفتار کٹائی CS(m/min) شرح فیڈ ś(mm min)	سطحی معیار	کٹر کی قسم
پیتل کانسی	کاسٹ آئرن	ٹول سٹیل	مائلڈ سٹیل			
60—45	18—15	14—10	22—18	CS	▽▽	A 
75—50	50—30	20—10	45—25	ś		
40—30	12—10	10—8	14—12	CS	▽	
120—80	90—60	30—20	75—40	ś		
60—40	18—14	14—10	22—18	CS	▽▽	B 
160—100	90—70	45—35	90—60	ś		
50—35	12—10	10—8	14—12	CS	▽	
150—100	100—70	35—25	80—60	ś		
60—50	18—16	14—12	22—20	CS	▽▽	C 
150—100	90—70	40—30	85—60	ś		
40—30	12—10	10—8	14—12	CS	▽	
140—90	80—60	35—25	80—60	ś		
80—60	25—20	20—16	30—25	CS	▽▽	D
160—100	80—50	35—22	70—50	ś		
60—45	18—12	12—10	20—15	CS	▽	
120—100	60—50	25—18	60—40	ś		

(Plain straight toothed cutter)	سادہ سیدھے دندانوں والا کٹر	A
(Plain milling helical cutter)	سادہ بل دار دندانوں والا کٹر	B
(Multiple flute end mill)	متعدد جھریوں والا اینڈ مل -	C
(Plain milling slitting saw)	دھات کاٹنے والی سلیٹنگ آری	D

مثال a :

کاسٹ آئرن GG 25 کی بنی ہوئی جاب کو دھات کاٹنے والی سلیٹنگ آری سے کاٹنا ہے۔ عمدہ ختمی سطح کے لیے رفتارِ کٹائی اور فیڈ کیا ہوگی ؟

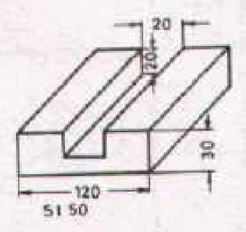
حل : جدول سے :

$$CS = 22 \text{ m/min} ;\ s' = 60 \text{ mm/min}$$

مثال b :

شکل 25.01 میں دکھائی گئی جاب کی ملنگ کرنے کے لیے سپنڈل کی رفتار معلوم کریں جبکہ ملنگ کٹر کا قطر 80 ملی میٹر ہو۔

حل :



شکل 25.01

(a) type of cutter : plain milling cutter

(b) $CS(\bigtriangledown) = 13$ m/min (from table)

(c) $CS(\bigtriangledown\bigtriangledown) = 20$ m/min (from table)

(d) $$n(\bigtriangledown) = \frac{CS \times 1000}{d \times \pi} = \frac{13 \times 1000}{80 \times 3.14}$$
$$= 51.7 \text{ Rpm}$$

(e) $$n(\bigtriangledown\bigtriangledown) = \frac{CS \times 1000}{d \times \pi} = \frac{20 \times 1000}{80 \times 3.14}$$
$$= 79.4 \text{ Rpm}$$

مشق 25

1 – جاب کو ملنگ کرنے کے لیے مندرجۂ ذیل جدول میں نامعلوم قدریں لکھیں :-

جاب کا میٹریل	مائیلڈ سٹیل	پیتل	ٹول سٹیل
کٹر کی قسم	سادہ سیدھے دندانوں والا کٹر	دھات کاٹنے والی آری	متعدد دھبے دندانوں والا اینڈ مل
جاب کا مطلوبہ سطحی معیار	▽▽	▽	▽▽
رفتار کٹائی : میٹر فی منٹ			
فیڈ : ملی میٹر فی منٹ			

2 – شکل 25.02 میں دکھلائی گئی مائلڈ سٹیل کی جاب کی ملنگ کے لیے :

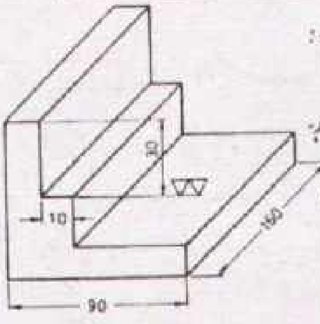
(a) کون سی قسم کا کٹر موزوں ہوگا ؟

(b) جدول سے رفتار کٹائی معلوم کریں اور سپنڈل کی رفتار معلوم کریں جبکہ ملنگ کٹر کا قطر 2 ملی میٹر ہو۔

(c) مشین پر چسپاں مندرجۂ ذیل رفتاروں کے جدول کے مطابق مشین کی سپنڈل کی ترجیحی رفتار معلوم کریں :-

14 – 26 – 42 – 68 – 94 – 155 – 270

(d) مشین پر سیٹ کی جانے والی سپنڈل کی حقیقی رفتار کے مطابق رفتار کٹائی معلوم کریں۔



شکل 25.02

3 – سادہ بل دار کٹر (plain helical cutter) 100 ملی میٹر قطر سے مائیلڈ سٹیل کی 80 ملی میٹر موٹی اور 60 ملی میٹر لمبی پلیٹ کی 74 ملی میٹر تک ملنگ کرنی ہے۔ سطحی معیار عمدہ ختمی مطلوب ہے۔ معلوم کریں۔

(a) کٹ کی تعداد جبکہ کھردری کٹائی کے لیے زیادہ سے زیادہ 6 ملی میٹر کٹ کی گہرائی اور عمدہ ختمی کٹائی کے لیے 1 ملی میٹر کٹ کی گہرائی ہو۔

(b) دونوں عمل کھردری اور عمدہ کٹائی کے لیے کٹائی کی رفتاریں۔

(c) دونوں عمل کے لیے فیڈ کی شرح۔

(d) دونوں عمل کے لیے سپنڈل کی رفتاریں۔

(e) سپنڈل کی حقیقی رفتاریں جو کہ مشین پر سیٹ کی جائیں گی، جبکہ مشین پر رفتاروں کا جدول درج ذیل ہے :

20 – 45 – 65 – 90 – 160 – 220 – 340

(f) کٹ کی لمبائی جبکہ ملنگ کے شروع اور بعد کی گنجائشیں دونوں اکھٹی کر کے قطر کے آدھے کے برابر ہوں۔

باب **26**

تحسیب انڈیکسنگ (Indexing calculation)

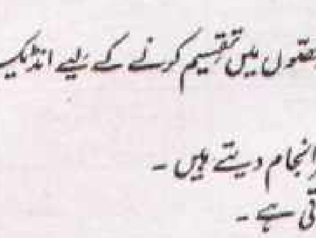
کسی جاب کے محیط یا بیرونی گھیر کو مطلوبہ فاصلوں یا زاویائی حصّوں میں تقسیم کرنے کے لیے انڈیکسنگ کا طریقہ استعمال کرتے ہیں ۔

انڈیکسنگ کا عمل تقسیم کار ہیڈ (انڈیکسنگ ہیڈ) سے سرانجام دیتے ہیں ۔

تقسیم کار ہیڈ کی ساخت بنیادی طور پر ورم ڈرائیو پر مشتمل ہوتی ہے ۔

26.1 — ورم ڈرائیو (worm drive) :

اصطلاحات اور تعریفیں : (شکل 26.01)



شکل 26.01

ورم (worm) :

ورم ایک قسم کا سلنڈر ہوتا ہے، جس پر اکہری چوڑیوں کی طرح دندانے ہوتے ہیں ۔

پیچ :

ورم پر ایک دندانے کے مرکز سے دوسرے متصل دندانے کے مرکز تک فاصلے کو ورم کی پیچ کہتے ہیں ۔

لیڈ (lead) :

ایک چکر میں ورم کی چوڑی جو محوری فاصلہ طے کرتی ہے اُس کو ورم کی لیڈ کہتے ہیں ۔

اکہری چوڑی والے ورم (single start worm) میں پیچ اور لیڈ یکساں ہوتی ہیں ۔ دوہری چوڑی والے ورم (double start worm) میں لیڈ پیچ سے دوگنا ہوتی ہے اور اسی طرح ۔

پیچ اور لیڈ :

ورم پر ماڈیول چوڑیاں ہوتی ہیں ۔ یعنی اُن کی پیچ بھی اسی طریقے سے معلوم کرتے ہیں، جس طرح ماڈیول گراریوں کی ۔ (دیکھیے باب 21)

فارمولا 1 :

پیچ (p) = ماڈیول (m) × π یعنی

$$p = m \times \pi$$

اِکہری چوڑی والے ورم میں لیڈ اور پچ یکساں ہوتی ہیں -
متعدد چوڑی والے ورم میں لیڈ پچ کے اضعاف کے برابر ہوتی ہے -

فارمولا 2 :

لیڈ = پچ × چوڑیوں کے آغاز کی تعداد (z)

یعنی

$$\text{lead} = m \times \pi \times z = p \times z$$

مثال :

ماڈیول 5 والے ورم کی لیڈ معلوم کریں جبکہ

(a) اکہری چوڑی والا ورم ہو -

(b) دوہری چوڑی (چوڑیوں کے آغاز کی تعداد 2) والا ورم ہو -

حل :

(a) lead = pitch = m × π = 5mm × 3.14 = 15.7 mm

(b) lead = pitch × No. of starts

= 15.7 × 2 = 31.4 mm

ورم کی Advance معلوم کرنے کے لیے ورم کے چکروں کی تعداد کو لیڈ سے ضرب دے دیتے ہیں-

فارمولا 3 :

ایڈوانس = لیڈ × ورم کے چکروں کی تعداد (n)

یا

$$\text{Advance} = \text{lead} \times n$$

مثال :

4 ماڈیول اور چوڑیوں کے تین آغاز والے ورم کی ایڈوانس معلوم کریں، جبکہ ورم نے پانچ چکر مکمل کیے ہوں -

معلوم : m = 4 mm ; z = 3 starts ; n = 5 revs.

حل : lead = p × z = m × π × z

= 4 × 3.14 × 3 = 37.68 mm

advance = lead × n = 37.68 mm × 5 = 188.4 mm

چکر فی منٹ اور نسبتِ رفتار (Rpm and Speed Ratio) :

اگر اکہری چوڑی والا ورم ایک چکر کاٹے تو ملنے والی ورم گراری ایک دندانے کے برابر حرکت کرے گی-
اگر دوہری چوڑی والا ورم ایک چکر کاٹے تو ملنے والی ورم گراری دو دندانوں کے برابر حرکت کرے گی-

نتیجہ :

ورم پر چوڑیوں کے آغاز کی تعداد ورم گراری پر دندانوں کے مطابق ہوتے ہیں ۔
چکّر فی منٹ اور نسبت رفتار کا حساب کرنے کے لیے ورم پر چوڑیوں کے آغاز کی تعداد اور چلنے والی ورم گراری پر دندانوں کی تعداد میں تعلق ہوتا ہے ۔
چونکہ ورم ڈرائیو میں ورم چلانے والا حصّہ ہوتا ہے، اس لیے یہ کہہ سکتے ہیں کہ :

فارمولا 4 :

ورم پر چوڑیوں کے آغاز کی تعداد (z) × چکّر فی منٹ (n_1) =
ورم گراری پر دندانوں کی تعداد (T) × چکّر فی منٹ (n_2)

$$z \times n_1 = T \times n_2$$

مثال a :

ورم گراری کے چکّر فی منٹ معلوم کریں جبکہ ورم گراری پر 20 دندانے ہوں اور اکہری چوڑی والا ورم 120 چکّر فی منٹ پر گھومے ۔

معلوم : $T = 20 \quad z = 1 \quad n_1 = 120\ Rpm$

حل :

$$z \times n_1 = T \times n_2$$

$$n_2 = \frac{z \times n_1}{T} = \frac{1 \times 120\ Rpm}{20} = 6\ Rpm$$

مثال b :

دوہری چوڑی (چوڑیوں کے آغاز کی تعداد 2) والے ورم کے چکّر فی منٹ معلوم کریں، جبکہ ورم گراری پر دندانوں کی تعداد 30 اور چکّر فی منٹ 8 ہوں ۔

معلوم : $z = 2 \quad T = 30 \quad n_2 = 8\ Rpm$

حل :

$$z \times n_1 = T \times n_2$$

$$n_1 = \frac{T \times n_2}{z} = \frac{30 \times 8\ Rpm}{2} = 120\ Rpm$$

ورم اور ورم گراری میں نسبتِ رفتار مندرجہ فارمولے سے معلوم کر سکتے ہیں ۔

فارمولا 5 :

نسبتِ رفتار (i) = ورم کے چکّر فی منٹ (n_1) / ورم گراری کے چکّر فی منٹ (n_2)

یا

$$\boxed{i = \frac{n_1}{n_2}}$$

مثال a :

ورم ڈرائیو کی نسبت رفتار معلوم کریں، جبکہ ورم 40 چکّر فی منٹ پر گھومتا ہو اور ورم گراری 2 چکّر فی منٹ پر۔

معلوم : $n_1 = 40\ Rpm;\ n_2 = 2\ Rpm$

حل :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{40\ Rpm}{2\ Rpm} = \frac{20}{1} = 20:1$$

مثال b :

ورم ڈرائیو کی نسبتِ رفتار معلوم کریں جبکہ دوہری چوڑی والا ورم 60 چکّر فی منٹ پر 30 دندانوں والی ورم گراری کو چلاتے۔

معلوم : $z = 2 \quad n_1 = 60\ Rpm \quad T = 30$

حل : پہلے ورم گراری کے چکّروں کی تعداد (n_2) معلوم کریں۔ پھر نسبتِ رفتار (i)

$$z \times n_1 = T \times n_2$$

$$n_2 = \frac{z \times n_1}{T} = \frac{2 \times 60\ Rpm}{30} = 4\ Rpm$$

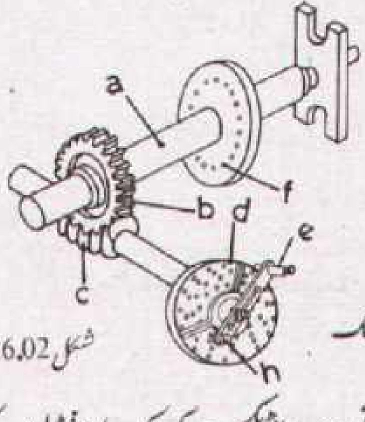
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{60}{4} = \frac{15}{1} = 15:1$$

26.2 — ورم گیئرنگ برائے انڈیکسنگ :

(Worm gearing for indexing)

شکل 26.02 میں ورم گیئرنگ اور انڈیکسنگ کی میکانکی دکھلائی گئی ہے۔

اصطلاحات :



شکل 26.02

(a) انڈیکسنگ سپنڈل۔
(b) ورم گراری۔
(c) ورم۔
(d) انڈیکس پلیٹ۔
(e) انڈیکس کرینک (ہینڈل)
(f) انڈیکس پلیٹ برائے براہِ راست انڈیکسنگ

انڈیکسنگ کے لیے نسبتِ رفتار (i) عموماً 1:40 ہوتی ہے۔ انڈیکس کرینک یا ہینڈل کے چکّروں کی تعداد کا حساب مندرجہ ذیل فارمولے سے کر سکتے ہیں :-

فارمولا 6 :

$$\text{انڈیکس ہینڈل کے چکروں کی تعداد } (n_c) = \frac{\text{نسبت رفتار } (i)}{\text{مطلوبہ حصّوں کی تعداد } (N)}$$

یا

$$n_c = \frac{i}{N} = \frac{40}{N}$$

مثال : ایک جاب کو پانچ حصّوں میں تقسیم کرنے کے لیے انڈیکس ہینڈل کے چکر معلوم کریں ۔

حل :

$$n_c = \frac{40}{N} = \frac{40}{5} = 8 \text{ turns of the index crank}$$

26.3 — براہِ راست انڈیکسنگ (Direct Indexing) :

براہِ راست انڈیکسنگ کو ریپڈ انڈیکسنگ (Repid Indexing) بھی کہتے ہیں ۔ براہِ راست انڈیکسنگ میں ورم ڈرائیو کو منقطع کر دیا جاتا ہے اور صرف انڈیکس پلیٹ برائے براہِ راست انڈیکسنگ (f) (شکل 26.02) استعمال کرتے ہیں ۔ اس انڈیکس پلیٹ پر 24 سوراخ برابر فاصلوں پر ہوتے ہیں اور ایک انڈیکس پن سے اس کا رابطہ قائم کر سکتے ہیں ۔
اس انڈیکس پلیٹ پر جتنے سوراخ چھوڑ کر پن کو سیٹ کرنا ہو، اُن کی تعداد معلوم کرنے کے لیے 24 کو مطلوبہ حصّوں کی تعداد سے تقسیم کرتے ہیں ۔

فارمولا 7 :

$$\text{چھوڑنے والے سوراخوں کی تعداد } (n_o) = \frac{24}{\text{مطلوبہ حصّوں کی تعداد}}$$

یا

$$n_o = \frac{24}{N}$$

مثال : براہِ راست انڈیکسنگ میں چھ پہلو والی جاب کے لیے چھوڑنے والے سوراخوں کی تعداد (n_o) معلوم کریں

حل :

$$n_o = \frac{24}{N} = \frac{24}{6} = 4$$

نوٹ : اس طریقے کے ذریعے محدود تعداد میں جابوں کی انڈیکسنگ کی جا سکتی ہے ۔ مثلاً :

$$\frac{24}{24} ، \frac{24}{12} ، \frac{24}{8} ، \frac{24}{6} ، \frac{24}{4} ، \frac{24}{3} ، \frac{24}{2}$$

26.4 — سادہ انڈیکسنگ (Simple indexing) :

سادہ انڈیکسنگ (یعنی بالواسطہ یا پلین انڈیکسنگ) کا طریقہ اس وقت استعمال کرتے ہیں جب کہ

دائرے کو براہِ راست انڈیکسنگ کے طریقے سے تقسیم ہونے والے حصّوں کے علاوہ تقسیم کرنا درکار ہو۔ اس طریقے میں ورم ڈرائیو کا اِستعمال ہوتا ہے۔ اِس طریقے میں دو ممکنات طریقوں سے تقسیم کر سکتے ہیں:۔

A۔ جب مطلوبہ حصّوں کی تعداد نسبتِ رفتار (40) کو برابر حصّوں میں تقسیم کر دے۔

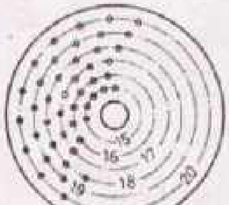
فارمولا 8 :

$$\text{انڈیکسنگ ہینڈل کے چکروں کی تعداد } (n_c) = \frac{\text{نسبتِ رفتار } (40)}{\text{مطلوبہ حصّوں کی تعداد } (N)}$$

$$\boxed{n_c = \frac{40}{N}}$$

B ۔ جب مطلوبہ حصّوں کی تعداد نسبتِ رفتار کو برابر حصّوں میں تقسیم نہ کرے۔ اس صُورت میں انڈیکسنگ ہینڈل کو چکر کی کسر کے برابر چلاتے ہیں۔ یہ انڈیکس پلیٹ کے ذریعے کرتے ہیں۔

تقسیم کار ہیڈ کے ساتھ عموماً تین قسم کی انڈیکس پلیٹ مہیا کی ہوتی ہیں۔ ہر پلیٹ پر مختلف تعداد کے سُوراخوں کے چھ دائرے ہوتے ہیں، جو حسبِ ذیل ہیں:۔ (شکل 26.03 میں صرف پلیٹ نمبر 1 دکھائی گئی ہے)



شکل 26.03

پلیٹ نمبر 1 : 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20

پلیٹ نمبر 2 : 21 – 23 – 27 – 29 – 31 – 33

پلیٹ نمبر 3 : 37 – 39 – 41 – 43 – 47 – 49

مثال : :

جاب کو 18 حصّوں میں تقسیم کرنے کے لیے انڈیکس معلوم کریں۔

نوٹ : براہِ راست انڈیکسنگ سے تقسیم نہیں کر سکتے اور نہ ہی مطلوبہ حصّوں کی تعداد 40 کو برابر حصّوں میں تقسیم کرتی ہے۔

حل :

$$n_c = \frac{40}{N} = \frac{40}{18} = 2\frac{4}{18} \text{ turns}$$

نوٹ : صحیح عدد 2 انڈیکسنگ ہینڈل کے دو مکمل چکر ظاہر کرتا ہے اور انڈیکسنگ کسر $\frac{4}{18}$ میں نسب نما (18) سُوراخوں کے دائرے کو ظاہر کرتا ہے اور شُمار کنندہ (4) سُوراخوں کی تعداد کو جسے چھوڑ کر پن لگاتے ہیں۔

نتیجہ : انڈیکسنگ ہینڈل کے چکروں کی تعداد (n_c) = دو مکمل چکر جمع 18 سُوراخوں والے دائرے پر 4 سُوراخ۔
(n_c = 2 full turns + 4 holes on 18 hole circle.)

مثال b :

جاب کو سات حصّوں میں تقسیم کرنے کے لیے انڈیکس معلوم کریں ۔

حل : $n_c = \frac{40}{N} = \frac{40}{7} = 5\frac{5}{7}$ turns $= 5\frac{15}{21}$ turns

نوٹ : اگر انڈیکسنگ کسر میں نسب نما کا عدد دستیاب انڈیکس پلیٹ کے سُوراخوں والے کسی بھی دائرے کے مُطابق نہ ہو، تو اس کو کسی بھی دائرے کے سُوراخوں کی تعداد کے مُطابق تبدیل کر لیں ۔ اس کے لیے شمار کنندہ اور نسب نما کو مُشترک عدد سے ضرب یا تقسیم کر دیں۔

$$\frac{5}{7} \times \frac{3}{3} = \frac{15}{21}$$

مشق 26

1 ۔ ورم کے لیے نامعلوم قدریں لکھیں :۔

No.	a	b	c	d	e	f	g	
No. of starts	1	2		3	1	1		
No. of turns	3	4	1	1	74	5	2	
Module	5	6	8		5		5	mm
Lead			25.12				31.4	mm
Advance of worm				18.84		31.4		mm

2 ۔ ورم ڈرائیو کی نسبتِ رفتار (i) اور چکر فی منٹ (Rpm) معلوم کریں :۔

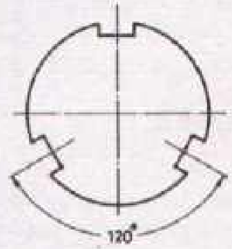
No.	a	b	c	d	e
No. of starts of worm	2	1	3	2	1
No of teeth of gear	40	25	24	32	60
Rpm of worm	70		96		200
Rpm of gear		10		9	
Speed Ratio of drive					

3 ۔ مندرجۂ ذیل مطلوبہ حصّوں میں براہِ راست انڈیکسنگ کے لیے انڈیکس پلیٹ کو چلانے کے لیے سُوراخوں کی تعداد معلوم کریں :۔

مطلوبہ حصّوں کی تعداد	12	8	2	24	3	6	4
سُوراخوں کی تعداد							

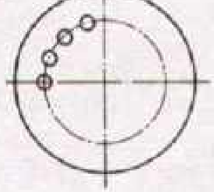
4۔ سادہ انڈیکسنگ کے لیے جاب پر 7 یا 9 یا 25 حصّوں میں تقسیم کیا جائے گا۔
معلوم کریں :۔
(a) ہر صورت میں کون سی انڈیکسنگ پلیٹ استعمال کی جائے گی ؟
(b) ہر صورت کے لیے انڈیکس کرینک یعنی ہینڈل کے چکّروں کی تعداد معلوم کریں۔

5۔ شکل 26.04 کے مطابق پلیٹ میں
جھرّیاں (Slots) ڈالنی ہیں۔
انڈیکس ہینڈل کے صحیح چکّروں کی تعداد
اور 33 سوراخوں والے دائرے پر
سوراخوں کی تعداد معلوم کریں :۔



شکل 26.04

6 — شکل 26.05 میں دکھلائے گئے
فلینج میں 35
انڈیکس ہینڈل کے صحیح چکّروں کی تعداد
اور سوراخوں کی تعداد، جو انڈیکسنگ
پلیٹ پر سیٹ کیے جائیں گے، معلوم
کریں :۔

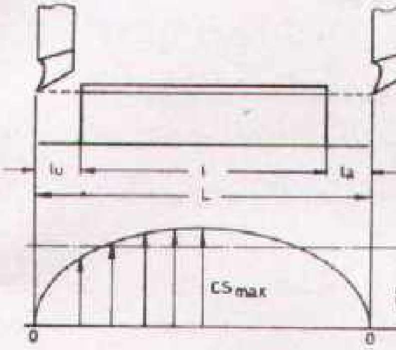


شکل 26.05

باب **27**

تحسیب شیپنگ اور پلیننگ

(Shaping & Planning Calculations)



شکل 27.01

شیپر کا کٹائی کا عمل وقفہ وار (Intermittent) ہوتا ہے۔
ٹول جاب کی طرف آہستہ سے بڑھتا ہے۔ پھر اس کی رفتار تیز ہو جاتی ہے۔ پھر دوبارہ آہستہ ہو جاتا ہے اور تیزی سے واپس آتا ہے۔ (شکل 27.01)

la = کٹائی سے پہلے کی لمبائی یعنی آغاز کی گنجائش

lu = کٹائی کے بعد کی لمبائی یعنی بعد کی گنجائش

27.1 — رفتار کٹائی برائے شیپنگ :

شیپنگ رفتار کٹائی وہ رفتار ہوتی ہے جو کٹائی کے ٹول کی رفتار ہو۔ تحسیب کے لیے دونوں سٹروکوں یعنی کٹائی کی سٹروک اور مجہول سٹروک (Idle) کو مدنظر رکھنا چاہیے۔

فارمولا 1 :

$$\text{رفتار کٹائی (CS)} = \frac{2 \times \text{سٹروک کی لمبائی (L)} \times \text{کرینک گیئر کے چکر فی منٹ (n)}}{1000}$$

یا

$$CS\ (m/min) = \frac{2 \times L\ (mm) \times n\ (Rpm)}{1000}$$

مثال :

جاب پر شیپنگ کرنے کے لیے رفتار کٹائی معلوم کریں، جبکہ سٹروک کی لمبائی 320 ملی میٹر اور کرینک گیئر 25 چکر فی منٹ پر گھومتا ہو۔

معلوم :

$L = 320\ mm\ ;\ n = 25\ Rpm$

حل :

$$CS = \frac{2 \times L \times n}{1000} = \frac{2 \times 320\ mm \times 25\ Rpm}{1000}$$

$$= 16\ m/min$$

جدول :
تجربات کی بناء پر مختلف میٹریل کی ہائی سپیڈ اور ٹول سٹیل کے ٹول سے شیپنگ کے لیے مندرجہ ذیل کٹائی کی رفتاریں مختلف سطحی معیار کے لیے موزوں ہیں :-

سطحی معیار	ٹول	مائیلڈ سٹیل	کاسٹ آئرن	ٹول سٹیل	پیتل
▽	ٹول سٹیل ہائی سپیڈ سٹیل	15 − 10 20 − 15	12 − 8 16 − 12	12 − 8 16 − 12	25 − 15 25 − 20
▽▽	ٹول سٹیل ہائی سپیڈ سٹیل	20 − 15 25 − 20	18 − 14 22 − 18	16 − 12 20 − 16	25 − 20 40 − 30

27.2 سٹروک کی لمبائی :
شیپر کے ریم کی سٹروک کی لمبائی مندرجہ ذیل طریقے سے سیٹ کی جا سکتی ہے ۔

فارمولا 2 :
سٹروک کی لمبائی (L) = جاب کی لمبائی (l) + آغاز کی گنجائش (la) - بعد کی گنجائش (lu)

یا

$$L(mm) = l\,(mm) + la\,(mm) + lu\,(mm)$$

نوٹ : عموماً la کی لمبائی 30 ملی میٹر اور lu کی لمبائی 10 ملی میٹر ہوتی ہے ۔

27.3 تعداد سٹروک فی منٹ :
سٹروکوں کی تعداد فی منٹ کرینک کی گراری کے چکر فی منٹ کے برابر ہوتی ہے ۔ اس کو مندرجہ ذیل طریقے سے معلوم کر سکتے ہیں :-

فارمولا 3 :
سٹروکوں کی تعداد فی منٹ یا کرینک کی گراری کے چکر فی منٹ (n) = $\dfrac{1000 \times \text{(CS) رفتار کٹائی}}{2 \times \text{(L) سٹروک کی لمبائی}}$

$$n\,(Rpm) = \frac{CS\,(m/min) \times 1000}{2 \times L(mm)}$$

مثال :
120 ملی میٹر لمبی مائیلڈ سٹیل کی جاب کو عمدہ سمتی سطحی معیار پر شیپنگ کرنا درکار ہے ۔ شیپنگ

مشین کی سیٹنگ کیا ہوگی ؟ جبکہ ٹول کا میٹریل ٹول سٹیل ہو ۔
مشین پر چسپاں جدول :

$$10 - 18 - 28 - 42 - 60 - 86 - 110$$

معلوم :

$l = 120$ mm ; $l_a = 30$ mm ; $l_u = 10$

حل :

$CS = 15$ m/min (جدول سے)

$$L = l + l_a + l_u = 120 + 30 + 10 = 160 \text{ mm}$$

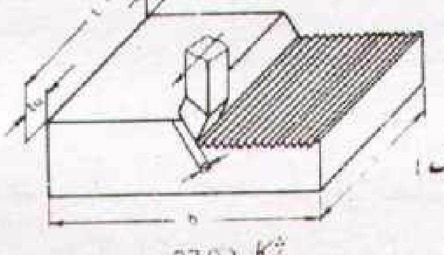
$$n = \frac{CS \times 1000}{2 \times L} = \frac{15 \text{ m/min} \times 1000}{2 \times 160 \text{ mm}} = 46.9 \text{ Rpm}$$

مشین پر چسپاں جدول کے مطابق مشین 42 چکر فی منٹ پر سیٹ کی جائے گی ۔

$$\therefore \; n' = 42 \text{ Rpm}$$

27.4 — مشیننگ کے لیے درکار وقت :

شیپنگ اور پلیننگ کے لیے مشیننگ کا وقت، فیڈ، سٹروکوں کی تعداد فی منٹ، جاب کی چوڑائی اور درکار کٹ کی تعداد پر منحصر ہوتا ہے ۔



شکل 27.02

شکل 27.02 میں :

l = جاب کی لمبائی
L = سٹروک کی لمبائی
s = فیڈ فی ... کی سٹروک
b = ...
l_a ، l_u = ...

ایک کٹ کے لیے مشیننگ کا وقت مندرجہ ذیل طریقے سے معلوم کر سکتے ہیں ۔

فارمولا 4 :

$$\text{مشیننگ کا وقت فی} \; (t_m) = \frac{\text{جاب کی چوڑائی}}{\text{فیڈ} \times \text{سٹروکوں کی تعداد فی منٹ}}$$

یا

$$\boxed{t_m \text{ (min)} = \frac{b \text{ (mm)}}{s \text{ (mm/rev)} \times n \text{ (Rpm)}}}$$

اگر مشیننگ کے لیے ایک سے زیادہ کٹ درکار ہوں تو ایک میں مشیننگ کے وقت کو کٹ کی تعداد سے ضرب دے دیتے ہیں -

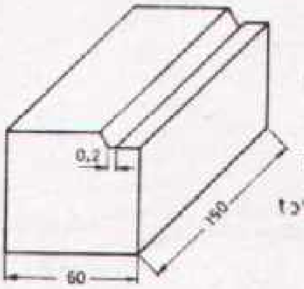
مثال :

مشیننگ کا وقت معلوم کریں، جبکہ چکروں کی تعداد ۳۲ ہو اور کٹ کی تعداد دو ہو -(شکل 27.03)

معلوم :

$l = 150\ mm ; b = 60\ mm \quad s = 0.2\ mm ; \quad n = 32\ Rpm$

حل :



$$L = l + la + lu = 150 + 30 + 10 = 190\ mm$$

$$t_m = \frac{b}{s \times a} = \frac{60mm}{0.2\ mm \times 32} = 9.4\ min$$

total time = 9.4 × کٹ کی تعداد = 9.4 × 2 = 18.9 min

مشق 27

شکل 27.03

۱- پلیننگ مشین پر مندرجہ فیڈوں اور چکروں کی تعداد پر سیٹ کیا گیا ہے -

(a) فیڈ (s) = 1.2 ملی میٹر فی کٹائی کی سٹروک ، چکروں کی تعداد فی منٹ (n) = 32
(b) فیڈ = 0.6 ملی میٹر فی کٹائی کی سٹروک ، چکروں کی تعداد فی منٹ = 82
(c) فیڈ = 0.8 ملی میٹر فی کٹائی کی سٹروک ، چکروں کی تعداد فی منٹ = 52

ہر سیٹنگ کے لیے ٹول کی مسافت کی شرح ملی میٹر فی منٹ میں معلوم کریں -

2- جدول میں نامعلوم قدریں لکھیں، جبکہ جاب کی سطح عمدہ مطلوب ہو اور ہائی سپیڈ سٹیل کا ٹول استعمال کیا جائے :-

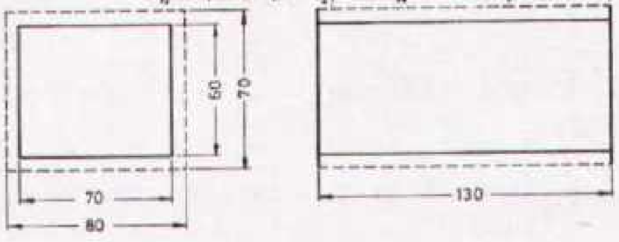
	a	b	c	d	
جاب کا میٹریل	کاسٹ آئرن	مائیلڈ سٹیل	ٹول سٹیل	پیتل	
جاب کی لمبائی	320 ملی میٹر	0.45 میٹر	220 ملی میٹر	64 سنٹی میٹر	
سٹروک کی لمبائی					ملی میٹر
رفتار کٹائی (جدول سے)					میٹر فی منٹ
چکروں کی تعداد فی منٹ					چکر فی منٹ
مشین پر چھپاں جدول کے مطابق مشین کے چکروں کی تعداد					چکر فی منٹ

مشین پر چھپاں رفتاروں کا جدول : 158 – 122 – 98 – 76 – 52 – 32 – 14 – 6

3- سوال نمبر 2 میں ہر جاب کے لیے مشیننگ کا وقت معلوم کریں، جبکہ ہر جاب کی چوڑائی 100 ملی میٹر اور فیڈ 0.2 ملی میٹر فی سٹروک ہو۔

4- شکل 27.04 کے مطابق مائیلڈ سٹیل ST 42 میٹریل سے جاب بنانی ہے۔ معلوم کریں۔ جبکہ ٹول ہائی سپیڈ سٹیل کا ہو۔

نوٹ: کل چوڑائی معلوم کرنے کے لیے تمام چوڑائیوں کو جمع کریں۔



شکل 27.04

(a) مشین کو سیٹ کرنے کے لیے:

(i) سٹروک کی لمبائی،

(ii) رفتارِ کٹائی اور

(iii) چکروں کی تعداد فی منٹ جو مشین پر سیٹ کریں گے۔

(مشین پر چھپاں رفتاروں کا جدول بمطابق سوال نمبر 2 استعمال کریں)

(b) مشیننگ کے لیے کتنا وقت درکار ہوگا جبکہ کھردری اور عمدہ کٹائی ہر دونوں کے لیے ایک ایک کٹ لگایا جاتا ہے۔ فیڈ برائے کھردری کٹائی 0.3 ملی میٹر فی چکر اور فیڈ برائے عمدہ کٹائی 0.2 ملی میٹر فی چکر۔

(c) اگر اس طرح کی تین جابیں بنانی ہوں تو مشیننگ کے لیے درکار کل وقت معلوم کریں جبکہ:
سیٹنگ کا وقت 18 منٹ فی جاب؛ امدادی وقت 3 منٹ فی جاب؛
دیری کا وقت مشیننگ کے وقت کا 15 فی صد ہو۔

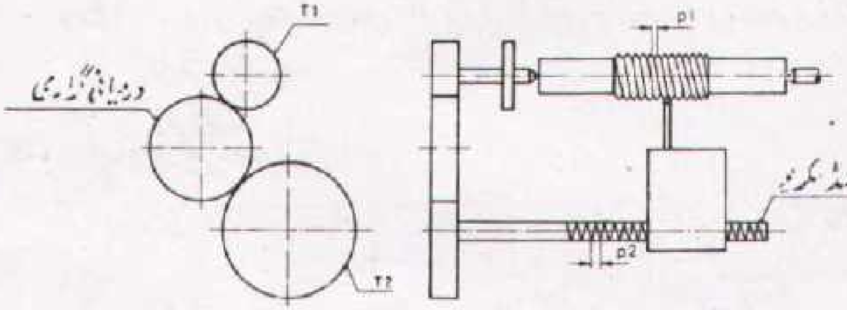
باب 28

گراریاں تبدیل کرنے کا حساب کرنا

(Change gear calculations)

خراد مشین پر چوڑیاں کاٹنے کے لیے ضروری ہے کہ چوڑی کاٹنے والے ٹول کی فیڈ کاٹی جانے والی چوڑی کی پچ کے ساتھ مطابقت کرے۔ چلانے والی سپنڈل اور چلنے والے لیڈ سکریو کے درمیان مطلوبہ نسبت منتقلی حاصل کرنے کے لیے گراریاں استعمال کرتے ہیں۔ مطلوبہ گراریوں کے دندانوں کی تعداد مندرجہ ذیل طریقے سے معلوم کر سکتے ہیں۔

28.1 — سنگل گیئرنگ : (شکل 28.01)



شکل 28.01

نسبتِ منتقلی = نسبتِ پچ

چلانے والی گراری پر دندانوں کی تعداد (T_1) / چلنے والی گراری پر دندانوں کی تعداد (T_2) = کاٹی جانے والی چوڑی کی پچ (P_1) / لیڈ سکریو کی پچ (P_2)

فارمولا :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

نوٹ : فارمولا یاد رکھنے کے لیے خراد مشین کے بیڈ کو تقسیم کی لائن تصور کریں۔

مثال :

چوڑیاں کاٹنے کے لیے موزوں گراریاں معلوم کریں، جبکہ لیڈ سکریو کی پچ 5 ملی میٹر

چوڑیوں کی پچ 2 ملی میٹر اور دستیاب گراریوں پر 120 -------- 20, 25, 30, 35 دندانے ہوں۔

معلوم :

$$P_2 = 5\ mm\ ;\ P_1 = 2\ mm$$

حل :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{2mm}{5mm} = \frac{2}{5}$$

ایسی گراریاں منتخب کرنی ہوں گی تاکہ نسبتِ منتقلی $\frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{5}$ ہو۔
اب شمار کنندہ اور نسب نما کو ایسے مشترک عدد سے ضرب دیں گے، تاکہ دستیاب گراریوں کے سائز حاصل ہوسکیں۔

$$\therefore \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{2 \times 10}{5 \times 10} = \frac{20}{50}$$

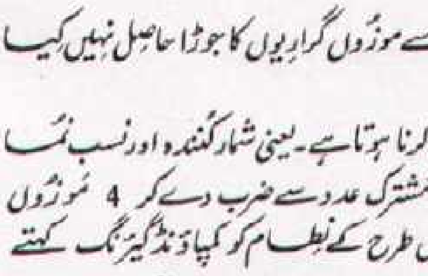
لہٰذا 20 اور 50 دندانوں والی گراریاں منتخب کی جائیں گی۔

نوٹ : درمیانی گراری کا نسبتِ منتقلی پر کوئی اثر نہیں ہوتا ہے۔ اس سے صرف گھومنے کی سمت پر اثر ہوتا ہے۔

28.2 ـــ کمپاؤنڈ گیئرنگ :

اگر نسبتِ پچ 1:6 سے زیادہ ہو تو سنگل گیئرنگ سے موزوں گراریوں کا جوڑا حاصل نہیں کیا جا سکتا۔

اس لیے ہم کو نسبتِ منتقلی کو دو جزِ ضربی میں تبدیل کرنا ہوتا ہے۔ یعنی شمار کنندہ اور نسب نما دونوں کو دو جز میں تبدیل کرتے ہیں۔ ان چار اجزا کو مشترک عدد سے ضرب دے کر 4 موزوں گراریوں کے سائز حاصل کرتے ہیں۔ گراریوں کے اس طرح کے نظام کو کمپاؤنڈ گیئرنگ کہتے ہیں۔ شکل 28.02



شکل 28.02

$$\frac{\text{چلانے والی گراریوں پر دندانوں کی تعداد کا حاصل ضرب}}{\text{چلنے والی گراریوں پر دندانوں کی تعداد کا حاصل ضرب}} = \frac{\text{کاٹی جانے والی چوڑی کی پچ}}{\text{لیڈ سکریو کی پچ}}$$

فارمولا :

$$\boxed{\frac{T_1 \times T_3}{T_2 \times T_4} = \frac{P_1}{P_2}}$$

مثال :

چوڑی کاٹنے کے لیے موزوں گراریاں معلوم کریں جبکہ لیڈ سکرو کی پچ 12 ملی میٹر، کاٹی جانے والی چوڑی کی پچ 1.5 ملی میٹر اور دستیاب گراریوں پر 20 سے 150 دندانے 5 دندانوں کے وقفے میں ہوں۔

معلوم :

$$P_1 = 1.5\ \text{mm} \quad P_2 = 12\ \text{mm}$$

حل :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{1.5\ \text{mm}}{12\ \text{mm}} = \frac{1.5 \times 20}{12 \times 20} = \frac{30}{240}$$

[illegible] والی گراری دستیاب ہے، مگر 240 دندانوں والی گراری دستیاب

$$\frac{T_1 \times T_3}{T_2 \times T_4} = \frac{30}{240} = \frac{5 \times 6}{12 \times 20} = \frac{25 \times 20}{60 \times 100}$$

نتیجہ : 25، 30، 60 اور 100 دندانوں والی گراریاں استعمال کریں گے ۔

نوٹ : حساب کرنے کے بعد گراریاں جوڑنے کی شرط (Assembly Condition) کے مطابق پڑتال کرتے ہیں ۔

28.3 — انچ لیڈ سکریو سے انچ چوڑیاں کاٹنا :

اگر خراد مشین پر انچ لیڈ سکریو سے انچ چوڑیاں کاٹنا درکار ہو، تو فارمولے میں دونوں پچوں کو انچوں میں درج کرتے ہیں ۔

مثال :

اگر جاب پر 8 چوڑیاں فی انچ کاٹنا درکار ہو اور لیڈ سکریو پر 4 چوڑیاں فی انچ ہوں، تو موزوں گراریاں معلوم کریں، جبکہ دستیاب گراریاں 20 دندانوں سے آگے 5 کے وقفے میں دستیاب ہیں۔

معلوم :

$$P_1 = \frac{1}{8} \quad P_2 = \frac{1}{4}$$

حل :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{8} \times \frac{4}{1} = \frac{4}{8} = \frac{20}{40}$$

نتیجہ : 20 اور 40 دندانوں والی گراریاں استعمال کریں گے ۔

28.4 — میٹرک لیڈ سکریو سے انچ چوڑیاں کاٹنا :

اگر خراد مشین پر میٹرک لیڈ سکریو سے انچ چوڑیاں کاٹنا درکار ہو، تو فارمولے میں دونوں پچوں کو ایک

ہی نظام اکائی (ملی میٹروں) میں لکھنا چاہیے ۔

مثال :

اگر جاب پر 5 چوڑیاں فی انچ کاٹنا درکار ہو اور لیڈ سکریو کی پچ 12 ملی میٹر ہو تو موزوں گراریوں کا سائز معلوم کریں، جبکہ 20 سے 150 دندانوں تک 5 دندانوں کے وقفے میں گراریاں دستیاب ہوں، اور علاوہ ازیں 127 دندانوں والی گراری بھی دستیاب ہو ۔

معلوم :

$$p_1 = \frac{1}{5} = \frac{25.4}{5} \text{ mm} \qquad p_2 = 12 \text{ mm}$$

حل :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{25.4 \text{ mm}}{5 \times 12 \text{ mm}} = \frac{127}{300}$$

127 دندانوں والی گراری دستیاب ہے، مگر 300 دندانوں والی گراری دستیاب نہیں ہے ۔ لہٰذا کمپاؤنڈ گیئرنگ استعمال کرنی پڑے گی ۔

$$\frac{T_1 \times T_3}{T_2 \times T_4} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{127}{300} = \frac{1 \times 127}{5 \times 60} = \frac{20 \times 127}{100 \times 60}$$

گراریاں جوڑنے کی شرط :

$$(T_1 + T_2) - T_3 \geqq 15$$

$$(20 + 100) - 127 \geqq 15$$

$$120 - 127 \geqq 15$$

گراریاں جوڑنے کی شرط پوری نہیں ہوتی ہے ۔ لہٰذا گراریوں کے دوسرے موزوں سائز منتخب کرنے ہوں گے :

$$\therefore \quad \frac{1 \times 127}{5 \times 60} = \frac{30 \times 127}{150 \times 60}$$

$$(30 + 150) - 127 \geqq 15$$

$$(127 + 60) - 150 \geqq 15$$

$$37 \geqq 15$$

لہٰذا 30، 150، 127 اور 60 دندانوں والی گراریاں منتخب کی جائیں گی ۔

گراریوں T_1 اور T_2 کے دندانوں کا مجموعہ گراری T_3 کے دندانوں سے کم سے کم 15 دندانوں سے بڑا ہونا چاہیے ۔

اسی طرح گراریوں T_3 اور T_4 کے دندانوں کا مجموعہ گراری T_2 کے دندانوں سے کم از کم 15 دندانوں سے بڑا ہونا چاہیے ۔

اگر مندرجۂ بالا شرائط کے مطابق گراریوں کا مجموعہ کم ہو، تو گراریاں صحیح طور پر اکٹھی جوڑی نہیں جا سکیں گی ۔

مثلاً :

$$(T_1 + T_2) - T_3 \geqq 15$$
$$(25 + 60) - 30 \geqq 15$$
$$85 - 30 \geqq 15$$
$$55 \geqq 15$$

$$(T_3 + T_4) - T_2 \geqq 15$$
$$(30 + 100) - 60 \geqq 15$$
$$130 - 60 \geqq 15$$
$$70 \geqq 15$$

اس طرح کی گراریاں کمپاؤنڈ گیئرنگ میں اکٹھی جوڑی جا سکتی ہیں ۔

28.5 — انچ لیڈ سکریو سے میٹرک چوڑیاں کاٹنا :

اگر خراد مشین پر انچ لیڈ سکریو سے میٹرک چوڑیاں کاٹنا درکار ہو تو فارمولے میں دونوں پچوں کو ایک ہی نظامِ اکائی (ملی میٹروں) میں لکھنا چاہیے ۔

مثال :

اگر جاب پر 2 ملی میٹر پچ کی چوڑیاں کاٹنا درکار ہو اور لیڈ سکریو پر 4 چوڑیاں فی انچ ہوں، تو گراریوں کا موزوں سائز معلوم کریں جبکہ 20 دندانوں سے آگے 5 دندانوں کے وقفے میں گراریاں دستیاب ہوں ۔ علاوہ ازیں 127 دندانوں والی گراری بھی دستیاب ہے ۔

حل :

لیڈ سکریو کی پچ (P_2) ملی میٹروں میں تبدیل کریں گے ۔

$$P_2 = \frac{1''}{4} = \frac{25.4\ \text{mm}}{4}$$

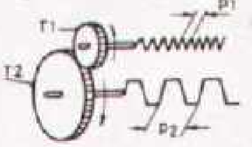
نسبتِ منتقلی :

$$\frac{T_1 \times T_3}{T_2 \times T_4} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{2\ \text{mm} \times 4}{25.4\ \text{mm}} = \frac{8}{25.4} = \frac{40}{127}$$

40 اور 127 دندانوں والی گراریوں کا انتخاب کریں گے ۔

مشق 28

1 — خرادمشین پر 5 ملی میٹر پچ کا پیچ بنانا مقصود ہے۔ لیڈ سکریو کی پچ 6 ملی میٹر ہے۔ اور 20 ، 24 ، 28 ...... 160 دندانوں والی گراریوں میں سے گراریوں کے موزوں سائز معلوم کریں شکل 28.03



شکل 28.03

2 — خرادمشین پر 1.5 ملی میٹر پچ کا پیچ 5 ملی میٹر پچ والے لیڈ سکریو سے بنانا مقصود ہے۔ 20...... 150 دندانوں والی 5 دندانوں کے وقفے میں دستیاب گراریوں میں سے موزوں گراریوں کے سائز معلوم کریں۔

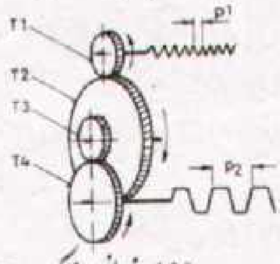
3 — M8، M12، M20 اور M چوڑیاں خرادمشین پر کاٹنا مقصود ہے۔ لیڈ سکریو کی پچ 6 ملی میٹر ہے۔ 20 ...... 120 دندانوں والی 5 دندانوں کے وقفے میں دستیاب گراریوں میں سے موزوں گراریوں کے سائز معلوم کریں

4 — خرادمشین کے لیڈ سکریو پر 4 چوڑیاں فی انچ ہیں۔ 5 ملی میٹر پچ کا پیچ بنانا مقصود ہے۔ 25 ، 30 ، 35 ...... 130 دندانوں اور 127 دندانوں والی گراریاں دستیاب ہیں۔ موزوں گراریوں کے سائز معلوم کریں۔

5 — خرادمشین پر 11 چوڑیاں فی انچ والا پیچ بنانا درکار ہے۔ لیڈ سکریو پر 8 چوڑیاں فی انچ ہیں۔ سوال نمبر 4 کے مطابق گراریاں دستیاب ہیں۔ کون سی موزوں گراریوں کے سائز استعمال کریں گے ؟

6 — خرادمشین کے لیڈ سکریو کی پچ 6 ملی میٹر ہے۔ 4 چوڑیاں فی انچ والا پیچ بنانا درکار ہے۔ 20 ، 25 ، 30 ...... 160 دندانوں اور 127 دندانوں والی دستیاب گراریوں میں سے موزوں گراریوں کے سائز معلوم کریں۔

7 — 0.5 ملی میٹر پچ والا پیچ خرادمشین پر بنانا مقصود ہے۔ لیڈ سکریو کی پچ 6 ملی میٹر ہے۔ سوال نمبر 6 کے مطابق گراریاں دستیاب ہیں۔ موزوں گراریوں کے سائز معلوم کریں۔ (شکل 28.04)



شکل 28.04

8 — خرادمشین کی لیڈ سکریو کی پچ 5 ملی میٹر ہے۔ 20 ...... 120 دندانوں تک 5 دندانوں کے وقفے میں اور 127 دندانوں والی گراریاں دستیاب ہیں۔ 8 چوڑیاں فی انچ والا پیچ بنانا مقصود ہے۔ موزوں گراریوں کے سائز معلوم کریں۔

9 — 1 ملی میٹر پچ والا پیچ بنانا مقصود ہے۔ خرادمشین کے لیڈ سکریو پر 4 چوڑیاں فی انچ ہیں۔ 20 ...... 132 دندانوں تک 4 دندانوں کے وقفے میں اور 127 دندانوں والی گراریاں دستیاب ہیں۔ موزوں گراریوں کے سائز معلوم کریں۔

عالمی اکائیاں

مخفف مقدار	مقدار	اکائی	مخفف	اضعافی اکائیاں
m	کمیت	کلوگرام	kg	1 kg = 1000 g
m	لمبائی	میٹر	m	1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm
				1 mm = 1000 µ m = 0.001 m
V	حجم (ٹھوس اشیاء)	مکعب میٹر	m^3	$1\ m^3 = 1000\ dm^3$
v	حجم (مائع اشیاء)	لیٹر	l	$1\ l = 1\ dm^3 = 1000\ cm^3$
A	رقبہ	مربع میٹر	m^2	$1\ m^2 = 1000\ cm^2$; $1\ cm^2 = 100\ mm^2$
t	وقت	سیکنڈ	s	60 s = 1 min ; 60 min = 1 h
w	وزن	نیوٹن	N	10 N ≈ 1 kg
F	قوت	نیوٹن	N	9.81 N = 1 kgf ≈ 10 N
P	طاقت	واٹ	W	1000 W = 1 KW
M	ٹارک	نیوٹن میٹر	Nm	
W	کام	جول	J	1 J = 1 N m

کتاب میں استعمال شدہ علامات

A = رقبہ، سطحی رقبہ، عمودی تراش کا رقبہ۔
L, l = لمبائی، کل لمبائی۔
D, d = قطر، بڑا قطر۔
H, h = اونچائی یا موٹائی، کل اونچائی۔
w = وزن۔
F = قوت۔
t = وقت۔
T = کل وقت۔
P = طاقت۔
M = ٹارک۔
p = دباؤ۔
W = کام۔
d_o = بیچ قطر۔
m = ماڈیول

T = دندانوں کی تعداد۔
p = پچ، سکرو پچ۔
C = مرکز تا مرکز فاصلہ۔
TT = ٹول کی شدرج مسافت۔
i = نسبت، نسبتِ منتقلی، نسبتِ گراری۔
OS = ٹیل سٹاک کا ہٹاؤ۔
K = نسبتِ سلامی۔
α = زاویۂ سلامی۔
α = سیٹنگ اینگل۔
v = رفتار۔
CS = رفتار کٹائی۔
s = فاصلہ۔ فیڈ۔
n = تعداد چکر فی منٹ، تعداد چکر۔
t_m = مشیننگ کے لیے درکار وقت۔

Sines $0^\circ \ldots 45^\circ$

$\sin\alpha = \frac{a}{c}$; $a = c \cdot \sin\alpha$; $c = \frac{a}{\sin\alpha}$

Degree	Minutes							
	0	10	20	30	40	50	60	
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0436	0,0465	0,0494	0,0523	87
3	0,0523	0,0552	0,0581	0,0610	0,0640	0,0669	0,0698	86
4	0,0698	0,0727	0,0756	0,0785	0,0814	0,0843	0,0872	85
5	0,0872	0,0901	0,0929	0,0958	0,0987	0,1016	0,1045	84
6	0,1045	0,1074	0,1103	0,1132	0,1161	0,1190	0,1219	83
7	0,1219	0,1248	0,1276	0,1305	0,1334	0,1363	0,1392	82
8	0,1392	0,1421	0,1449	0,1478	0,1507	0,1536	0,1564	81
9	0,1564	0,1593	0,1622	0,1650	0,1679	0,1708	0,1736	80
10	0,1736	0,1765	0,1794	0,1822	0,1851	0,1880	0,1908	79
11	0,1908	0,1937	0,1965	0,1994	0,2022	0,2051	0,2079	78
12	0,2079	0,2108	0,2136	0,2164	0,2193	0,2221	0,2250	77
13	0,2250	0,2278	0,2306	0,2334	0,2363	0,2391	0,2419	76
14	0,2419	0,2447	0,2476	0,2504	0,2532	0,2560	0,2588	75
15	0,2588	0,2616	0,2644	0,2672	0,2700	0,2728	0,2756	74
16	0,2756	0,2784	0,2812	0,2840	0,2868	0,2896	0,2924	73
17	0,2924	0,2952	0,2979	0,3007	0,3035	0,3062	0,3090	72
18	0,3090	0,3118	0,3145	0,3173	0,3201	0,3228	0,3256	71
19	0,3256	0,3283	0,3311	0,3338	0,3365	0,3393	0,3420	70
20	0,3420	0,3448	0,3475	0,3502	0,3529	0,3557	0,3584	69
21	0,3584	0,3611	0,3638	0,3665	0,3692	0,3719	0,3746	68
22	0,3746	0,3773	0,3800	0,3827	0,3854	0,3881	0,3907	67
23	0,3907	0,3934	0,3961	0,3987	0,4014	0,4041	0,4067	66
24	0,4067	0,4094	0,4120	0,4147	0,4173	0,4200	0,4226	65
25	0,4226	0,4253	0,4279	0,4305	0,4331	0,4358	0,4384	64
26	0,4384	0,4410	0,4436	0,4462	0,4488	0,4514	0,4540	63
27	0,4540	0,4566	0,4592	0,4617	0,4643	0,4669	0,4695	62
28	0,4695	0,4720	0,4746	0,4772	0,4797	0,4823	0,4848	61
29	0,4848	0,4874	0,4899	0,4924	0,4950	0,4975	0,5000	60
30	[illegible]	0,5025	0,5050	0,5075	0,5100	0,5125	0,5150	59
[illegible]	[illegible]	0,5175	0,5200	0,5225	0,5250	0,5275	0,5299	58
[illegible]	[illegible]	0,5324	0,5348	0,5373	0,5398	0,5422	0,5446	57
[illegible]	[illegible]	0,5471	0,5495	0,5519	0,5544	0,5568	0,5592	56
[illegible]	0,5592	0,5616	0,5640	0,5664	0,5688	0,5712	0,5736	55
[illegible]	0,5736	0,5760	0,5783	0,5807	0,5831	0,5854	0,5878	54
[illegible]	0,5878	0,5901	0,5925	0,5948	0,5972	0,5995	0,6018	53
37	0,6018	0,6041	0,6065	0,6088	0,6111	0,6134	0,6157	52
38	0,6157	0,6180	0,6202	0,6225	0,6248	0,6271	0,6293	51
39	0,6293	0,6316	0,6338	0,6361	0,6383	0,6406	0,6428	50
40	[illegible]	0,6450	0,6472	0,6494	0,6517	0,6539	0,6561	49
41	0,6561	0,6583	0,6604	0,6626	0,6648	0,6670	0,6691	48
42	0,6691	0,6713	0,6734	0,6756	0,6777	0,6799	0,6820	47
43	0,6820	0,6841	0,6862	0,6884	0,6905	0,6926	0,6947	46
44	0,6947	0,6967	0,6988	0,7009	0,7030	0,7050	0,7071	45
	60	50	40	30	20	10	0	Degree
	Minutes							

$\cos\alpha = \frac{b}{c}$; $b = c \cdot \cos\alpha$; $c = \frac{b}{\cos\alpha}$

Cosines $45^\circ \ldots 90^\circ$

Sines 45°...90°

$\sin\alpha = \frac{a}{c}$; $a = c \sin\alpha$; $c = \frac{a}{\sin\alpha}$

Degree	Minutes 0	10	20	30	40	50	60	
45	0,7071	0,7092	0,7112	0.7133	0.7153	0.7173	0.7193	44
46	0,7193	0.7214	0.7234	0,7254	0.7274	0.7294	0.7314	43
47	0.7314	0.7333	0.7353	0.7373	0.7392	0.7412	0.7431	42
48	0,7431	0,7451	0,7470	0,7490	0,7509	0,7528	0,7547	41
49	0,7547	0,7566	0,7585	0,7604	0,7623	0,7642	0,7660	40
50	0,7660	0,7679	0,7698	0.7716	0.7735	0.7753	0.7771	39
51	0,7771	0,7790	0,7808	0,7826	0,7844	0,7862	0,7880	38
52	0.7880	0,7898	0,7916	0.7934	0,7951	0,7969	0,7986	37
53	0.7986	0,8004	0,8021	0,8039	0,8056	0,8073	0.8090	36
54	0,8090	0,8107	0,8124	0,8141	0,8158	0,8175	0,8192	35
55	0,8192	0,8208	0,8225	0.8241	0,8258	0,8274	0,8290	34
56	0.8290	0,8307	0.8323	0.8339	0.8355	0.8371	0.8387	33
57	0.8387	0.8403	0,8418	0,8434	0.8450	0.8465	0.8480	32
58	0,8480	0,8496	0,8511	0,8526	0.8542	0.8557	0.8572	31
59	0.8572	0.8587	0,8601	0.8616	0.8631	0.8646	0,8660	30
60	0,8660	0,8675	0,8689	0,8704	0,8718	0,8732	0,8746	29
61	0,8746	0,8760	0,8774	0,8788	0,8802	0,8816	0.8829	28
62	0,8829	0,8843	0,8857	0,8870	0,8884	0,8897	0,8910	27
63	0,8910	0,8923	0,8936	0,8949	0,8962	0.8975	0.8988	26
64	0.8988	0.9001	0.9013	0,9026	0,9038	0,9051	0,9063	25
65	0,9063	0,9075	0.9088	0,9100	0,9112	0,9124	0.9135	24
66	0.9135	0.9147	0,9159	0.9171	0,9182	0,9194	0.9205	23
67	0,9205	0,9216	0,9228	0,9239	0,9250	0,9261	0.9272	22
68	0.9272	0.9283	0,9293	0,9304	0,9315	0,9325	0.9336	21
69	0.9336	0.9346	0,9356	0.9367	0,9377	0.9387	0,9397	20
70	0,9397	0,9407	0,9417	0,9426	0,9436	0,9446	0,9455	19
71	0,9455	0,9465	0,9474	0,9483	0,9492	0.9502	0,9511	18
72	0,9511	0,9520	0,9528	0,9537	0,9546	0.9555	0,9563	17
73	0,9563	0.9572	0,9580	0.9588	0.9596	0.9605	0.9613	16
74	0.9613	0.9621	0.9628	0.9636	0.9644	0.9652	0.9659	15
75	0.9659	0.9667	0.9674	0.9681	0.9689	0.9696	0.9703	14
76	0,9703	0.9710	0.9717	0.9724	0,9730	0.9737	0.9744	13
77	0,9744	0,9750	0,9757	0,9763	0.9769	0,9775	0,9781	12
78	0.9781	0.9787	0.9793	0.9799	0,9805	0.9811	0.9816	11
79	0.9816	0.9822	0.9827	0.9833	0.9838	0,9843	0.9848	10
80	0,9848	0.9853	0,9858	0.9863	0,9868	0,9872	0.9877	9
81	0.9877	0.9881	0.9886	0,9890	0,9894	0,9899	0.9903	8
82	0,9903	0.9907	0,9911	0,9914	0,9918	0,9922	0,9925	7
83	0,9925	0,9929	0,9932	0,9936	0,9939	0.9942	0,9945	6
84	0,9945	0,9948	0,9951	0,9954	0,9957	0,9959	0,9962	5
85	0,9962	0.9964	0.9967	0.9969	0,9971	0.9974	0.9976	4
86	0.9976	0,9978	0.9980	0,9981	0,9983	0.9985	0.9986	3
87	0,9986	0,9988	0.9989	0.9990	0.9992	0,9993	0.9994	2
88	0,9994	0,9995	0.9996	0.9997	0,9997	0.9998	0,99985	1
89	0,99985	0,99989	0,99993	0,99996	0,99998	0.99999	1.0000	0
	60	50	40	30	20	10	0	Degree
	Minutes							

$\cos\alpha = \frac{b}{c}$; $b = c \cos\alpha$; $c = \frac{b}{\cos\alpha}$

Cosines 0°... 45°

Tangent 0° ... 45°

$\tan\alpha = \frac{a}{b}$; $a = b \cdot \tan\alpha$; $b = \frac{a}{\tan\alpha}$

Degree	Minutes							
	0	10	20	30	40	50	60	
0	0.0000	0.0029	0.0058	0.0087	0.0116	0.0145	0.0175	89
1	0.0157	0.0204	0.0233	0.0262	0.0291	0.0320	0.0349	88
2	0.0349	0.0378	0.0407	0.0437	0.0466	0.0495	0.0524	87
3	0.0524	0.0553	0.0582	0.0612	0.0641	0.0670	0.0699	86
4	0.0699	0.0729	0.0758	0.0787	0.0816	0.0846	0.0875	85
5	0.0875	0.0904	0.0934	0.0963	0.0992	0.1022	0.1051	84
6	0.1051	0.1080	0.1110	0.1139	0.1169	0.1198	0.1228	83
7	0.1228	0.1257	0.1287	0.1317	0.1346	0.1376	0.1405	82
8	0.1405	0.1435	0.1465	0.1495	0.1524	0.1554	0.1584	81
9	0.1584	0.1614	0.1644	0.1673	0.1703	0.1733	0.1763	80
10	0.1763	0.1793	0.1823	0.1853	0.1883	0.1914	0.1944	79
11	0.1944	0.1974	0.2004	0.2035	0.2065	0.2095	0.2126	78
12	0.2126	0.2156	0.2186	0.2217	0.2247	0.2278	0.2309	77
13	0.2309	0.2339	0.2370	0.2401	0.2432	0.2462	0.2493	76
14	0.2493	0.2524	0.2555	0.2586	0.2617	0.2648	0.2679	75
15	0.2679	0.2711	0.2742	0.2773	0.2805	0.2836	0.2867	74
16	0.2867	0.2899	0.2931	0.2962	0.2994	0.3026	0.3057	73
17	0.3057	0.3089	0.3121	0.3153	0.3185	0.3217	0.3249	72
18	0.3249	0.3281	0.3314	0.3346	0.3378	0.3411	0.3443	71
19	0.3443	0.3476	0.3508	0.3541	0.3574	0.3607	0.3640	70
20	0.3640	0.3673	0.3706	0.3739	0.3772	0.3805	0.3839	69
21	0.3839	0.3872	0.3906	0.3939	0.3973	0.4006	0.4040	68
22	0.4040	0.4074	0.4108	0.4142	0.4176	0.4210	0.4245	67
23	0.4245	0.4279	0.4314	0.4348	0.4383	0.4417	0.4452	66
24	0.4452	0.4487	0.4522	0.4557	0.4592	0.4628	0.4663	65
25	0.4663	0.4699	0.4734	0.4770	0.4806	0.4841	0.4877	64
26	0.4877	0.4913	0.4950	0.4986	0.5022	0.5059	0.5095	63
27	0.5095	0.5132	0.5169	0.5206	0.5243	0.5280	0.5317	62
28	0.5317	0.5354	0.5392	0.5430	0.5467	0.5505	0.5543	61
29	0.5543	0.5581	0.5619	0.5658	0.5696	0.5735	0.5774	60
30	0.5774	0.5812	0.5851	0.5890	0.5930	0.5969	0.6009	59
31	0.6009	0.6048	0.6088	0.6128	0.6168	0.6208	0.6249	58
32	0.6249	0.6289	0.6330	0.6371	0.6412	0.6453	0.6494	57
33	0.6494	0.6536	0.6577	0.6619	0.6661	0.6703	0.6745	56
34	0.6745	0.6787	0.6830	0.6873	0.6916	0.6959	0.7002	55
35	0.7002	0.7046	0.7089	0.7133	0.7177	0.7221	0.7265	54
36	0.7265	0.7310	0.7355	0.7400	0.7445	0.7490	0.7536	53
37	0.7536	0.7581	0.7627	0.7673	0.7720	0.7766	0.7813	52
38	0.7813	0.7860	0.7907	0.7954	0.8002	0.8050	0.8098	51
39	0.8098	0.8146	0.8195	0.8243	0.8292	0.8342	0.8391	50
40	0.8391	0.8441	0.8491	0.8541	0.8591	0.8642	0.8693	49
41	0.8693	0.8744	0.8796	0.8847	0.8899	0.8952	0.9004	48
42	0.9004	0.9057	0.9110	0.9163	0.9217	0.9271	0.9325	47
43	0.9325	0.9380	0.9435	0.9490	0.9545	0.9601	0.9657	46
44	0.9657	0.9713	0.9770	0.9827	0.9884	0.9942	1.0000	45
	60	50	40	30	20	10	0	Degree
	Minutes							

$\cot\alpha = \frac{b}{a}$; $b = a \cdot \cot\alpha$; $a = \frac{b}{\cot\alpha}$

Cotangent 45° ... 90°

Tangent 45°...90°

$\tan\alpha = \frac{a}{b}$; $a = b \cdot \tan\alpha$, $b = \frac{a}{\tan\alpha}$

Degree	0	10	20	30	40	50	60	
				Minutes				
45	1,0000	1,0058	1,0117	1,0176	1.0235	1.0295	1.0355	44
46	1,0355	1,0416	1,0477	1.0538	1,0599	1.0661	1.0724	43
47	1,0724	1.0786	1.0850	1.0913	1.0977	1.1041	1.1106	42
48	1,1106	1,1171	1,1237	1,1303	1.1369	1.1436	1.1504	41
49	1.1504	1.1571	1,1640	1,1708	1.1778	1.1847	1.1918	40
50	1,1918	1.1988	1.2059	1.2131	1.2203	1.2276	1,2349	39
51	1,2349	1,2423	1,2497	1.2572	1,2647	1.2723	1.2799	38
52	1.2799	1,2876	1,2954	1,3032	1,3111	1,3190	1,3270	37
53	1.3270	1.3351	1,3432	1,3514	1,3597	1.3680	1,3764	36
54	1,3764	1,3848	1,3934	1,4019	1,4106	1.4193	1,4281	35
55	1.4281	1,4370	1,4460	1,4550	1,4641	1,4733	1.4826	34
56	1.4826	1,4919	1,5013	1,5108	1,5204	1,5301	1.5399	33
57	1,5399	1,5497	1.5597	1,5697	1,5798	1,5900	1,6003	32
58	1,6003	1,6107	1,6213	1,6318	1.6426	1.6534	1,6643	31
59	1.6643	1.6753	1.6864	1.6977	1.7090	1.7205	1.7321	30
60	1.7321	1.7438	1,7556	1,7675	1,7796	1,7917	1.8041	29
61	1.8041	1.8165	1.8291	1,8418	1.8546	1.8676	1.8807	28
62	1.8807	1.8940	1,9074	1,9210	1.9347	1,9486	1.9626	27
63	1.9626	1.9768	1.9912	2.0057	2.0204	2.0353	2.0503	26
64	2,0503	2,0655	2,0809	2,0965	2,1123	2,1283	2.1445	25
65	2.1445	2.1609	2.1775	2,1943	2,2113	2,2286	2,2460	24
66	2.2460	2.2637	2,2817	2,2998	2,3183	2,3369	2,3558	23
67	2,3559	2,3750	2,3945	2,4142	2,4342	2,4545	2.4751	22
68	2.4751	2.4960	2,5172	2.5387	2.5605	2.5826	2.6051	21
69	2.6051	2.6279	2.6511	2.6746	2.6985	2.7228	2.7475	20
70	2.7475	2.7725	2.7980	2.8239	2.8502	2.8770	2.9042	19
71	2.9042	2.93[illegible]	2,9600	2.9887	3.0178	3.0475	3.0777	18
72	3,0777	3.1084	3,1397	3,1716	3,2041	3.2371	3.2709	17
73	3.2709	1.3052	2.3402	3.3759	3.4124	3.4495	3.4874	16
74	3.4874	3.5261	3,5656	1.6059	3,6470	3,6891	3.7321	15
75	3.7321	3.7760	3.8208	3.8667	3.9136	3,9617	4,0108	14
76	4.0108	4.0611	4.1126	4.1653	4.2193	4.2747	4,3315	13
77	4.3315	4.3897	4.4494	4.5107	4.5736	4.6383	4.7046	12
78	4.7046	4.7729	4.8430	4.9152	4.9894	5.0658	5.1446	11
79	5.1446	5.2257	5.3093	5.3955	5.4845	5.5764	5.6713	10
80	5.6713	5.7694	5.8708	5.9758	6.0844	6.1970	6.3138	9
81	6.3138	6.4348	6.5605	6,6912	6,8269	5.9682	7.1154	8
82	7.1154	[illegible].2687	7.4287	7.5958	7,7704	7,9530	8.1444	7
83	8.1444	8.3450	8,5556	8.7769	9.0098	9,2553	5.5144	6
84	9.5144	9.7[illegible]	10.0780	10.3854	10.7019	11,0594	11.4301	5
85	11.4301	11.8[illegible]	12,2505	12,7062	13,1969	13.7267	14.3007	4
86	14.3007	14.9[illegible]	15,6048	16.3499	17,1693	18.0750	19,0811	3
87	19.0811	20.205[illegible]	21,4704	22.9038	24.5418	26,4316	28,6363	2
88	2[illegible].6363	33.[illegible]	34.3678	38.1885	42.9641	49.1039	57.2900	1
89	57.2900	68.[illegible]	85.9398	114.5887	171.885	343.774		0
	60	50	[illegible]	30	20	10	0	Degree
				Minutes				

$\cot\alpha = \frac{b}{a}$; $b = a \cdot \cot\alpha$, $a = \frac{b}{\cot\alpha}$

Cotangent 0°...45°