سلسلۂ نصابات عالیہ جامعۂ عثمانیہ

عملی طبیعیات

خواصِ مادّہ۔ حرارت

(برائے بی۔ اے)

مُصنّفہٗ

ایچ۔ ایس۔ ایلن۔ ایم۔ اے۔ ڈی۔ ایس سی۔ اور ایچ۔ مور۔ اے۔ آر۔ سی۔ ایس سی۔ ڈی۔ ایس سی

مترجمہٗ

مولوی وحید الرحمن صاحب بی۔ ایس سی

پروفیسر طبیعیات کُلیہ جامعۂ عثمانیہ

سنہ ۱۳۵۰ھ م سنہ ۱۳۴۰ ف سنہ ۱۹۳۱ء

دار الطبع جامعۂ عثمانیہ سرکارِ عالی حیدرآباد دکن

فصل ششم

مشینیں

اِستعداد، قوائی نسبت

اور

رفتاری نسبت

مشین اُس آلہ کو کہتے ہیں جس کے ذریعہ داخل کی ہوئی توانائی کے باعث کام حاصل ہوتا ہے۔ جبلی توانائی کے سوا کسی دُوسری توانائی کی رسد سے جب کام حاصل ہوتا ہے تو اُس صورت میں مشین کے بجائے "اِنجن" کا لفظ عموماً اِستعمال کیا جاتا ہے۔ لیکن یہاں پر ہم صرف مشینوں ہی سے بحث کرینگے۔

اِستعداد

کسی شکل کی مشین میں داخل کی ہوئی توانائی کا صرف ایک حصّہ فی الحقیقت مفید کام کے کرنے میں لگایا جاتا ہے۔ اور توانائی کا بقیہ حصّہ مشین کے اندر رگڑ کے مقابلے میں ضائع ہوجاتا ہے۔ جتنی زیادہ "اِستعداد" والی مشین ہوتی ہے، داخل کی ہوئی توانائی کا

اُتنا ہی زیادہ حصہ کار آمد کام میں صرف ہوتا ہے۔ پس ہم کہتے ہیں کہ مشین کی استعداد سے وہ نسبت مُراد ہے جو حاصل شدہ مفید کام کو مجموعی داخل شدہ توانائی کے ساتھ ہے۔ یعنی

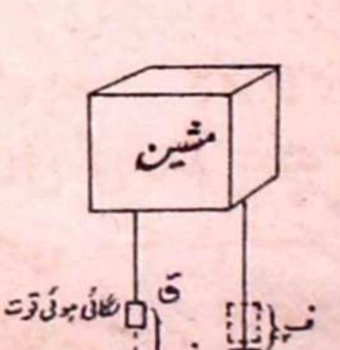
$$\text{استعداد} = \frac{\text{حاصل شدہ مفید کام}}{\text{داخل شدہ توانائی}}$$

کامل مشین وہ مشین ہوگی جو داخل شدہ توانائی سے پُورا فائدہ اُٹھائیگی۔ یعنی کامل مشین سے وہ مشین مُراد ہے جس میں حاصل شدہ مفید کام داخل شدہ توانائی کے برابر ہوتا ہے۔ بناء بریں

کامل مشین کی استعداد عدد ایک سے ظاہر کی جاتی ہے۔

ہرایک قسم کی مشین میں (جیسا کہ شکل ۵۳ سے واضح ہے) فصل $ف_۱$ تک عمل کرنیوالی کوئی قوت ق لگاکر توانائی داخل کی جاتی ہے اور مشین مذکور میں فصل $ف_۲$ تک کسی قوت و کے مقابلہ میں کام حاصل ہوتا ہے۔

جب لگائی ہوئی قوت ق کا نقطۂ عمل فصل $ف_۱$ طے کرتا ہے تو مشین میں ق $ف_۱$ توانائی داخل ہوجاتی ہے۔ اور اِتنے ہی وقت میں اگر قوت و کا نقطۂ عمل فصل $ف_۲$ طے کرے تو حاصل شدہ مفید کام کی مقدار و $ف_۲$ ہوگی۔



شکل ۵۳۔ مشین کا اصول

پس مشین کی استعداد حسبِ ذیل رشتہ سے حاصل ہوگی:۔

$$\text{استعداد ع} = \frac{و\,ف_۲}{ق\,ف_۱}$$

مفادِ حیلی یا قوائی نسبت

عموماً مشین اِس ساخت کی بنائی جاتی ہے کہ اُس میں ایک چھوٹی سی قوت ق لگا کر کہیں زیادہ مقدار کا بوجھ و مغلوب کر لیا جا سکے۔

نسبت $\frac{\text{مشین سے مغلوب بوجھ}}{\text{مشین میں لگائی ہوئی قوت}}$ کو مفادِ حیلی کہتے ہیں۔

کیونکہ بالعموم اِس نسبت سے "نفع قوت" کی تعبیر ہوتی ہے۔

مگر یہ صورت ہمیشہ حاصل نہیں ہوتی۔ کیونکہ ایک بہت بڑی قوت ق کو ایک چھوٹے فاصلے تک عمل میں لا کر ایک چھوٹے بوجھ کو ہم کہیں بڑے فاصلہ تک اُٹھا سکتے ہیں۔ حالتِ مذکور میں نسبت $\frac{و}{ق}$ ایک سے کم ہوگی۔ یعنی یہاں اِس نسبت سے "نفع قوت" کے بجائے "نقصانِ قوت" کی تعبیر ہوتی ہے۔ لہٰذا مفادِ حیلی کے نام کے غلط استعمال سے بچنے کے لئے بعض اوقات یہ نسبت قوائی نسبت کے نام سے موسوم کی جاتی ہے۔ موخر الذکر نام کُل صورتوں پر حاوی ہے اور بعض اوقات نسبت $\frac{و}{ق}$ کو ظاہر کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

مذکورۂ بالا امر کو ہم ریاضی کی زبان میں حسبِ ذیل بیان کر سکتے ہیں:-

$$\text{قوائی نسبت یا مفادِ حیلی} = \frac{\text{مغلوب بوجھ}}{\text{مشین میں لگائی ہوئی قوت}}$$

رفتاری نسبت

عموماً یہ دیکھا جاتا ہے کہ لگائی ہوئی قوت اور بوجھ کے

نقاطِ عمل کے طے کئے ہوئے فاصلے آپس میں برابر نہیں ہوتے۔ مشین کے کامل ہونے کی صورت میں و ف۲ کو ق ف۱ کے مساوی ہونا چاہئے۔ یعنی

$$\text{کامل مشین میں} \quad \frac{ف_1}{ف_2} = \frac{و}{ق}$$

بہرحال ایسی مکمل صورت کبھی نصیب نہیں ہوتی اور ہمیشہ

$$و ف_2 < ق ف_1$$

$$\text{یعنی} \quad \frac{و}{ق} < \frac{ف_1}{ف_2}$$

عموماً فاصلے ف۱ اور ف۲ مشین کے پُرزوں کی ساخت کے ملاحظہ سے یا مشین کے مختلف حصّوں کی پیمائش سے دریافت ہوسکتے ہیں۔ اگر مشین کے پُرزے بند بھی ہوں تو کسی فاصلہ ف۱ کے جواب میں فاصلہ ف۲ کی پیمائش بہ آسانی ہوسکتی ہے۔ لہذا یہ ہمیشہ ممکن ہے کہ نسبت $\frac{ف_1}{ف_2}$ خواہ پُرزوں کے محض معائنہ سے یا براہِ راست پیمائش سے دریافت ہوسکے۔

نسبت $\frac{ف_1}{ف_2}$ سے وہ نسبت مُراد ہے جو لگائی ہوئی قوت کے نقطۂ عمل کے طے کردہ فاصلے کو اُتنے ہی وقت میں بوجھ کے نقطۂ عمل کے طے کردہ فاصلے کے ساتھ ہے۔ چونکہ دونوں قوتوں کے اوقاتِ عمل ایک ہی ہیں اس لئے

$$\text{نسبت} \quad \frac{ف_1}{ف_2} = \frac{\text{لگائی ہوئی قوت کے نقطۂ عمل کی رفتار}}{\text{بوجھ کے نقطۂ عمل کی رفتار}}$$

فنِ انجنیری کے نقطۂ نظر سے کام کرنے کی شرح، مقدارِ کام کے مقابلہ میں زیادہ اہمیت رکھتی ہے اور اِس بناء پر طے شدہ فاصلے کے مقابلے میں حرکت کی شرح کو انجنیری خیالات کے ساتھ زیادہ موزونیت ہے۔ اس لئے اِن طے شدہ فاصلوں کی باہمی نسبت کو عموماً رفتاری نسبت کے نام سے موسوم کرتے ہیں۔

کیونکہ رفتاریں اِن فاصلوں کے تناسب ہیں۔ یعنی

$$\text{رفتاری نسبت} = \frac{\text{لگائی ہوئی قوت کا طے کردہ فاصلہ}}{\text{بوجھ کی مزاحمت کا فاصلہ}}$$

اگر کسی خاص غرض کے لئے مشین کا انتخاب منظور ہو تو سب سے پہلے مطلوبہ مفادِ حیلی یا قوائی نسبت کا اندازہ لگا لینا چاہیئے۔ اور منتخبہ مشین ایسی ہونی چاہیئے کہ اُس کی رفتاری نسبت مذکورۂ بالا مفادِ حیلی سے اِس قدر بڑی ہو کہ مشین کے اندر رگڑ کی وجہ سے جو نقصان ہوتا ہے اُس کی تلافی کافی طور پر ہو جائے۔ (ذیل کا نوٹ دیکھو)۔

رفتاری نسبت، مفادِ حیلی (یا قوائی نسبت) اور استعداد کے درمیان باہمی رشتہ

ہم دیکھ چکے ہیں کہ استعداد حسبِ ذیل طریقہ سے ظاہر کی جاسکتی ہے:—

$$ع = \frac{و\,ف_{۲}}{ق\,ف}$$

اِس نسبت کو ہم ایک مناسب شکل میں یوں بھی لکھ سکتے ہیں:—

$$ع = \frac{\frac{و}{ق}}{\frac{ف_{۱}}{ف_{۲}}}$$

$$\text{یعنی}\quad \text{استعداد} = \frac{\text{مفادِ حیلی یا (قوائی نسبت)}}{\text{رفتاری نسبت}}$$

پس اگر مشین کا مفادِ حیلی تجربتہً دریافت ہو جائے اور اِس کی رفتاری نسبت کی قیمت پیمائش یا ملاحظہ سے معلوم ہو جائے تو اِن دونوں کی خارجِ قسمت سے استعداد کی قیمت قابلِ حصول ہے۔

نوٹ۔ کچھ تجربہ کے بعد مختلف اقسام کی مشینوں کی اِستعدادِ ممکنہ

کا اندازہ کافی صحت کے ساتھ لگایا جاسکتا ہے۔ اگر کسی مشین کی رفتاری نسبت حسبِ متذکرۂ بالا دریافت ہوجائے تو اُس کی ممکنہ قوائی نسبت (مفادِ حیلی) ذیل کے رشتہ سے سرسری طور پر معلوم ہوسکتی ہے:۔

مفادِ حیلی = رفتاری نسبت × استعداد

اور اِس طرح سے، کسی خاص ضرورت کے لحاظ سے، مشینِ مذکور کی موزونیت کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

۲۔ مختلف اقسام کی مشینوں کی استعداد، وغیرہ، کی تعیین

اب چند مختلف اقسام کی مروجہ مشینوں کی ساخت پر بحث کی جائیگی اور اِس کے ساتھ ساتھ یہ بھی بتلایا جائیگا کہ اِن کی رفتاری نسبتیں ملاحظہ سے کس طرح دریافت ہوسکتی ہیں۔ کُل قسموں کی مشینوں کے مفادِ حیلی دریافت کرنے کا طریقہ تقریباً ایک ہی جیسا ہے۔

چرخی کے بُلاق

چرخیوں کے بلاق کا وہ نظام جس پر یہاں بحث کی جائیگی تین تین چرخیوں کے دو بُلاقوں پر مشتمل ہے (شکل ۵۲)۔ اُوپر والا بلاق ایک شہتیر میں ثابت رہتا ہے اور نیچے والا بلاق اول الذکر بلاق سے ایک ایسی مسلسل ڈوری کے ذریعہ لٹکایا جاتا ہے جو ہر چرخی پر سے گزرتی ہے۔ اِس ڈوری کا ایک سِرا ا اُوپر والے بلاق کے ڈھانچے سے بندھا رہتا ہے۔ اور اُس کا دُوسرا سِرا ب نیچے کی طرف لٹکتا ہے جس کو لگائی ہوئی قوت ق کھینچتی ہے۔

بوجھ و نیچے والے بلاق کے ڈھانچے سے لٹکایا جاتا ہے۔

تجربہ ۲۴۴۔ چرخی کے بلاق کے ایک جوڑے کی استعداد — استعداد کی دریافت کے لئے دو تجربے درکار ہیں:-

(۱) **معائنہ سے رفتاری نسبت کی تعیین**۔ اگر ڈوری کا سرا ب فصل ف۱ تک نیچے کی طرف کھینچا جائے تو چرخیوں پر چڑھی ہوئی ڈوری کا مجموعہ طول، فصل ف۱ کے مساوی کم ہو جائیگا۔ طول کی یہ کمی ب اور ا کے درمیان ڈوری کے کُل انتصابی حصّوں پر برابر برابر تقسیم ہوجائیگی کیونکہ نیچے والی کُل چرخیاں اُوپر کی طرف ایک ساتھ اُٹھتی ہیں۔ لہٰذا چونکہ ڈوری کے انتصابی حصّے تعداد میں چھ ہیں اِس لئے نیچے اور اُوپر والے بلاق کے درمیان ڈوری کے ہر حصہ میں طول $\frac{ف_۱}{۶}$ کی کمی واقع ہوگی۔

شکل ۵۴۔ چرخی کے بلاق

اگر نیچے والے بلاق کا مرکز س ہو تو س، فصل $\frac{ف_۱}{۶}$ تک اُوپر کی طرف اُٹھ جائیگا۔ اور یہ وہ فصل ہے جہاں تک بوجھ و اُوپر اُٹھیگا یعنی

$$ف_۲ = \frac{ف_۱}{۶}$$

$$\text{اِس لئے رفتاری نسبت} = \frac{ف_۱}{ف_۲} = ۶$$

اِسی طریقہ سے چرخیوں کے کسی اَور نظام کی "رفتاری نسبت" بآسانی دریافت کی جاسکتی ہے۔

(۲) **مفادِ حیلی کی عملی تعیین** — تجربہ خانہ کے استعمال کے لئے

جو آلات بنائے جاتے ہیں اُن میں اکثر اقسام کے آلات میں نیچے والے بلاق کا وزن "بوجھ" کی مناسبت سے بہت زیادہ ہوتا ہے۔ لیکن فنِ انجنیری میں جو بلاق استعمال ہوتے ہیں اُن کا وزن اُٹھنے والے "بوجھ" کے مقابلے میں کہیں کم رہتا ہے۔

اِس لئے نیچے والے بلاق کا وزن اگر بوجھ میں نہ محسوب کرلیا جائے یا لگائی ہوئی قوت کا وہ حِصّہ جو صِرف بلاق کو اُٹھانے کے لئے درکار ہے قوت ق سے نہ گھٹا لیا جائے تو ایسے نظام کی عملی استعداد کے متعلق غلط معلومات حاصل ہونگی اور استعداد کی حاصل شدہ قیمت عملی استعداد کی قیمت سے کم ہوگی۔

اِس لئے مفادِ حیلی محسوب کرنے کے وقت آیا وہ قوتِ قب جو صِرف نیچے والے بلاق کو اُٹھانے کے لئے درکار ہے ق سے گھٹالی جاتی ہے یا بوجھ و میں بلاق کا ذاتی وزن شریک کرلیا جاتا ہے۔ مگر یاد رہے کہ بلاق کے اُٹھانے میں جو کام صرف ہوتا ہے وہ کار آمد نہیں۔

اگر چرخی کے بلاق کا وزن معلوم ہو تو ظاہر ہے کہ نسبت $\frac{و}{ق}$ کے دریافت کرنے کا طریقہ یہ ہوگا کہ بلاق کا ذاتی وزن بوجھ و میں شریک کرلیا جائے۔ اِس صورت میں بلاق کا وزن، بوجھ کا ایک حِصّہ تصوّر کیا جائیگا۔

اگر چرخی کے بلاق کا وزن معلوم نہ ہو تو وہ قوت قب دریافت کرو جو صرف بلاق کو اُٹھانے کے لئے درکار ہے اب بلاق سے و وزن کا ایک بوجھ لٹکاؤ تو بلاق اور بوجھ کو اٹھانے کے لئے ایک دُوسری قوت ق۱ درکار ہوگی۔ اِس لئے قوت ق جو صِرف بوجھ و کو اُٹھانے کے لئے درکار ہے ق۱ ۔ قب کے مساوی ہوگی۔

قوتیں قب اور ق۱ اِس طرح درست کرو کہ اگر مشین کو خفیف سی بھی حرکت دی جائے تو وہ عمل کرنے لگے۔

اِس طرح پانچ یا چھ مختلف بوجھ لے کر مندرجۂ بالا چرخیوں کے بلاقوں کے جوڑے کا مفادِ حیلی دریافت کرو۔ اور مشاہدات کو مندرجۂ ذیل جدولوں کی شکل میں ترتیب دو:—

(ا) اگر بلاق کا وزن معلوم ہو (مثلاً ۷۰ گرام)

شمار تجربہ	بلاق سے لٹکا ہوا بوجھ و گرام	لگائی ہوئی قوت ق	مجموعۂ بوجھ بلاق مع و	و / ق
۱	۲۰۰	۱۱۰	۲۷۰	۲٫۴۵
۲	۴۰۰	۱۹۰	۴۷۰	۲٫۴۷
۳	۶۰۰	۲۷۰	۶۷۰	۲٫۴۸
۴	۸۰۰	۳۷۰	۸۷۰	۲٫۳۵
۵	۱۰۰۰	۴۵۰	۱۰۷۰	۲٫۳۸

آخیر خانے کی رقموں کا اوسط = اوسط مفادِ حیلی = ۲٫۴۴

(ب) اگر بلاق کا وزن معلوم نہ ہو۔

صرف بلاق کو اُٹھانے کے لئے جو قوت درکار ہے = ق۰ = ۳۰ گرام (مثلاً)

شمار تجربہ	بلاق سے لٹکا ہوا بوجھ و گرام	لگائی ہوئی مجموعہ قوت ق۱	بوجھ و کے لئے جو قوت درکار ہے ق = ق۱ - ق۰	و / ق
۱	۲۰۰	۱۱۰	۸۰	۲٫۵۰
۲	۴۰۰	۱۹۰	۱۶۰	۲٫۵۰
۳	۶۰۰	۲۷۰	۲۴۰	۲٫۵۰
۴	۸۰۰	۳۷۰	۳۴۰	۲٫۳۵
۵	۱۰۰۰	۴۵۰	۴۲۰	۲٫۳۸

آخیر خانے کی رقموں کا اوسط = اوسط مفادِ حیلی = ۲٫۴۵

نوٹ۔ اگر بوجھ و یا قوت ق لگانے کے لئے ترازو کا پلڑا درکار ہو تو اِس پلڑے کا وزن بھی شریک حساب رہے۔

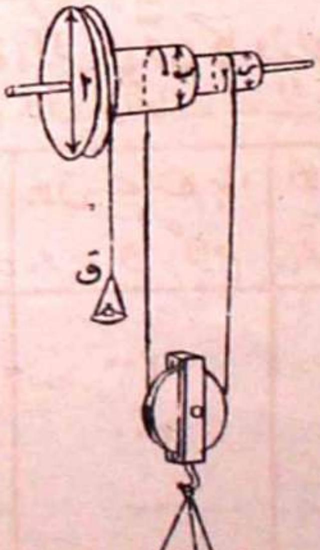
ثلاق کے جوڑے کے مفادِ حیلی اور رفتاری نسبت دریافت کر لینے کے بعد استعداد کو مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کرو:۔

ع = مفادِ حیلی / رفتاری نسبت

= ۲،۴۵ / ۶ = ۰،۴۱ = ۴۱ فیصد

تفریقی چرخ اور محور

چونکہ اِس آلہ سے تجربہ خانوں میں اکثر کام پڑتا ہے اور اِس کے "تفریقی" اصول کا اطلاق عموماً بندش (Gearing) کی تمام عملی شکلوں پر ہوتا ہے اِس لئے ہم اِس آلہ کو ایک مناسب اور بکار آمد قسم کی مشین تصور کر کے اِس پر بالتفصیل بحث کرینگے شکل ۵۵ پر غور کرو۔ لگائی ہوئی قوت ق ایک ایسی ڈوری پر عمل کرتی ہے جو بڑے قطر کے چرخ پر لپٹی ہوئی ہوتی ہے۔ یہ چرخ ایک ایسے محور سے جُڑا ہُوا ہوتا ہے جس کے دو حصّوں کے قطر مختلف ہیں اور محور مذکور کے اِن دو حصّوں پر ایک دُوسری ڈوری کے دونوں سِرے متضاد سمتوں میں لپیٹے جاتے ہیں۔ اِس ڈوری کے لٹکتے ہوئے حلقے پر ایک ایسی



شکل ۵۵۔ مرکب چرخ اور محور

چرخی چڑھی رہتی ہے جس کے ڈھانچے سے بوجھ و لٹکایا جاتا ہے۔ تمام آلہ کو ایک دھاتی تکلے پر چڑھا کر دو مناسب براکٹوں (Brackets) پر اس طرح سہارا دیا جاتا ہے کہ وہ آزادی سے گھوم سکے۔

تجربہ ۴۵ ۔ مرکب چرخ اور محور یا تفریقی چرخ اور محور

تجربہ دو حصّوں پر منقسم ہے:-

(۱) **رفتاری نسبت کی تعیین** — جب چرخ پر لپٹی ہوئی ڈوری نیچے کی طرف یوں کھینچی جاتی ہے کہ ڈوری چرخ سے کھلتی جائے تو آلہ اس طرح گردش کرتا ہے کہ دوسری ڈوری بڑے قطر کے محور پر لپٹتی جاتی ہے اور چھوٹے قطر کے محور پر سے کھلتی جاتی ہے۔

آلے کی ایک پوری گردش پر غور کرو۔ فرض کرو کہ چرخ کا قطر ا ہے اور محور کے موٹے اور پتلے حصّوں کے قطر بالترتیب ب اور س ہیں۔

جب آلہ ایک مکمل گردش کر چکتا ہے تو لگائی ہوئی قوت چرخ کے محیط کے برابر فصل تک عمل کرتی ہے یعنی

ف$_{۱}$ = π ا

اتنے ہی وقت میں دوسری ڈوری کے اس حصّہ کی لمبائی میں بھی تبدیلی واقع ہوتی ہے جو محور سے باہر لٹکتا ہے۔ π ب طول کی ڈوری محور کے موٹے حصّہ پر لپٹ جاتی ہے مگر π س طول کی ڈوری محور کے پتلے حصّہ پر سے کھل جاتی ہے اس لئے ڈوری کے آزاد حصّے کے طول میں فی الحقیقت π ب − π س یا π (ب − س) کی کمی واقع ہوتی ہے۔ یہ کمی حلقہ کے دونوں طرف برابر برابر تقسیم ہو جاتی ہے۔ اس لئے چھوٹی چرخی مذکورہ بالا حلقہ کی کمی کے صرف نصف فاصلہ تک اوپر اٹھتی ہے۔ یعنی بوجھ فاصلہ ½ π (ب − س) تک اوپر

اٹھتا ہے۔ یا

$$ف_م = \frac{\pi(ب - س)}{۲}$$

اِس لئے رفتاری نسبت $= \frac{\pi ا}{\frac{\pi}{۲}(ب - س)}$

$$= \frac{۲ ا}{ب - س}$$

چرخ کا قُطر اور محور کے دو حِصّوں کے قُطر سرل چاپ کی مدد سے ناپو یا محیطوں کی پیمائش براہ راست خواہ ڈوری اور پیمانے کی مدد سے یا کسی لچکدار پیمائشی فیتہ کے ذریعہ کرو۔ اور اِن معلومات سے رفتاری نسبت دریافت کرو۔

(۲) مفادِ حیلی کی تعیین۔ جیساکہ چرخیوں کے بلاق کے بیان کے تحت میں (تجربہ ۴۴) بتایا جاچکا ہے مفادِ حیلی دریافت کرو۔ اِس امر کا لحاظ رہے کہ چرخی اور ترازُو کے پلڑوں کے وزن بھی شریکِ حساب ہوں۔

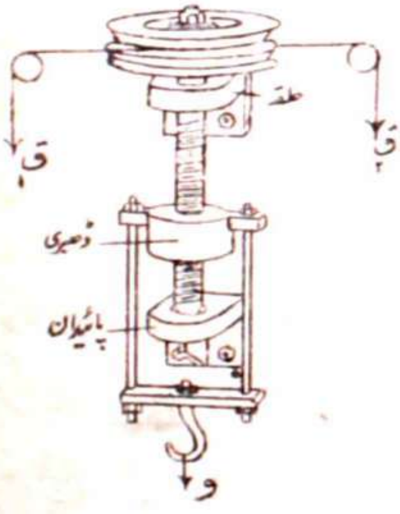
بعد ازاں آلہ کی اِستعداد دریافت کرو۔ اِس کی قیمت غالباً ۸۵ یا ۹۰ فی صد تک ملیگی۔

پیچ

مختلف اقسام کی مشینوں میں پیچوں کی ترکیب کا استعمال بہت ہی عام ہوتا ہے بالخصوص جبکہ بہت بڑا مفادِ حیلی مطلوب ہو۔ عملیات میں پیچ اکثر اوقات پیچیدہ کل کا ایک جزو ہوتا ہے۔ اگرچہ بعض اوقات یہ بذاتِ خود بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ اِس کل کی عام مثال شہ پیچ ہے جو ٹائیر (Tyre) چڑھانے کے وقت موٹر گاڑی کے ڈھرے کو یا کسی اور بھاری وزن کو اُٹھانے میں اِستعمال کیا جاتا ہے۔ خصوصاً جہاں صرف دستی مزدوری (Hand Labour)

بہتر ہوتی ہے۔

تجربہ میں جو پیچ استعمال ہوتا ہے اُس میں عموماً بڑے قُطر کی ایک چرخی لگی رہتی ہے جس کے گرد ڈوری لپیٹی جاتی ہے۔ اس ڈوری کے دونوں سرے آلہ کے بازوؤں میں دو چھوٹی ثابت چرخیوں پر سے گزرتے ہیں (جیسا کہ شکل ۵۶ سے واضح ہے) اور اِن سروں پر بندھے ہوئے پلڑوں میں رکھے ہوئے وزن کی وجہ سے ڈوری کھنچتی ہے۔ اکثر اوقات عملیات میں متذکرہ بالا بڑے قطر والی چرخی اور ڈوری کے عوض T شکل کا ایک دستہ استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل ۵۶۔ پیچ

پیچ پر ایک بڑی ڈھبری چڑھی رہتی ہے اور اِس ڈھبری میں ایک جُوا لگا رہتا ہے جو بوجھ و کو اُٹھاتا ہے۔ پیچ کا نیچے والا سرا ایک ثابت پائیدان پر اِس طرح قائم ہے کہ وہ آزادی سے گھوم سکے اور اُوپر کا سِرا (جس پر بڑی چرخی لگی ہے) ایک ثابت حلقے میں سے آزادانہ گزرتا ہے۔ آلہ کے ایک مروج نمونہ کی تصویر شکل ۵۶ سے واضح ہے۔ مگر اِس شکل میں وہ ڈھانچہ جس پر چھوٹی چرخیاں قائم ہیں نہیں دکھایا گیا ہے۔ اِس کے سوا دُوسری قسم کے اَور نمونے بھی اکثر اوقات تجربہ خانوں میں مستعمل ہوتے ہیں۔ بعض اوقات بڑی چرخی صرف ایک وزن سے کھینچی جاتی ہے۔ اور کبھی دو ڈوریاں لگائی جاتی ہیں اور اِن سے دو وزن لٹکائے جاتے ہیں۔ جیسا کہ شکل سے ظاہر ہے۔

موخر الذکر نمونہ قابلِ ترجیح ہے۔ کیونکہ اگر قا اور قب مساوی ہوں تو پیچ دائیں یا بائیں کو کھنچنے سے باز رہتا ہے۔ لیکن صرف ایک غیر متوازن قوت کے استعمال کرنے میں پیچ حلقے کے ایک طرف کھنچ جاتا ہے جس کی وجہ سے رگڑ اور گھساؤ میں اضافہ ہوجاتا ہے۔

اگر کوئی مناسب ذریعہ گردشی حرکت کو روکنے کے لئے استعمال نہ کیا جائے تو پیچ کو گھمانے کے وقت ڈھبری بھی گھومنے کا تقاضا کریگی۔ اِس حرکت کو روکنے کے لئے جو عام بندش استعمال کی جاتی ہے وہ ایک یا دو سلاخوں پر مشتمل ہے۔ یہ سلاخیں آلہ کے ڈھانچے میں جکڑی رہتی ہیں اور سلاخ کا ایک سرا مذکورۂ بالا حلقہ میں ثابت ہوتا ہے اور دوسرا سرا پائیدان میں۔ ڈھبری میں نالیاں بنی رہتی ہیں جن میں سے مذکورۂ بالا سلاخیں ٹھیک پھنس کر گزرتی ہیں۔ ایسے انتظام سے پیچ کے گھومنے کے وقت ڈھبری گھومنے سے باز رہتی ہے۔ اور اِس میں جو کچھ حرکت پیدا ہوتی ہے وہ صرف پیچ کی کھائی کے متوازی ہوتی ہے۔ پیچ کی گردش کی سمت کے لحاظ سے "بوجھ" چڑھتا یا اُترتا ہے۔ یہ سلاخیں شکل میں دکھائی نہیں گئی ہیں۔

تجربہ ۴۶۔ پیچ کی استعداد کی تعیین — اگر پیچ سے کارگر کام لینا ہو تو یہ لازمی ہے کہ مذکورۂ بالا حلقہ، اور پائیدان، سلاخ اور ڈھبری، وغیرہ، میں اچھی طرح تیل دیا جائے خاص کر پیچ کی چوڑیوں میں تیل دینا نہایت ضروری ہے کیونکہ رگڑ کا زیادہ تر حصہ پیچ اور ڈھبری ہی کے درمیان عمل کرتا ہے۔

(۱) رفتاری نسبت کی تعیین — فرض کرو کہ پیچ کے اُوپر والے سرے کی چرخی کا قطر ا ہے۔ تب پیچ کی

ایک کامل گردش میں لگائی ہوئی قوت (یا قوتیں) چرخی کے محیط کے برابر فاصلہ نیچے کی طرف طے کرتی ہے۔ یعنی پیچ کی ایک گردش کا لحاظ کرتے ہوئے ۔

$$ف_1 = \pi ق$$

اِتنے ہی وقت میں پیچ ڈھبری کے اندر ایک گردش کرکے آگے بڑھتا ہے یعنی ڈھبری اتنے فصل تک اُٹھ جاتی ہے جو پیچ کی گھائی کے مساوی ہوتا ہے اگر پیچ کی گھائی = گھ تو ظاہر ہے کہ $ف_2 = گھ$

اور رفتاری نسبت $= \frac{\pi ق}{گھ}$

چرخی کا قُطر ایک بڑے سرل چاپ کی مدد سے ناپو لیکن اِس بات کی احتیاط رکھی جائے کہ پیمائش شدہ قُطر اُس مقام کا قُطر ہو جہاں ڈوریوں کی نیچے والی سطحیں مس کرتی ہوں۔ اگر سرل چاپ میسّر نہ ہو تو ڈوری اور پیمانے کی مدد سے چرخی کا محیط براہِ راست دریافت کرلو۔ پیچ کی گھائی ناپنے کے لئے مندرجۂ ذیل طریقہ اختیار کرو:۔

صاف کاغذ کا ایک ٹکڑا لے کر اُس کو پیچ کی کچھ لمبائی تک اِس طرح دباؤ کہ کاغذ پر چوڑیوں کے نشان پڑجائیں۔ اب اُس کاغذ پر تقریباً ۲۰ چوڑیوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لو۔ اِس پیمائش سے گھائی دریافت ہوجائیگی۔ یاد رہے کہ پیچ کی گھائی سے وہ دو متشابہ نقطوں کا عمودی فاصلہ مُراد ہے جو ایک ہی چوڑی کے دو متواتر گھماؤ (Turns) پر واقع ہیں۔ اِس امر کی توضیح (شکل ۴۰) کے ملاحظہ سے بخوبی ہوجائیگی۔

مذکورۂ بالا معلومات سے رفتاری نسبت محسوب کرو۔

(۲) **مُفادِ حیلی کی تعیین** — حسبِ تجربہ ۴۲ مُفادِ حیلی دریافت کرو۔ یہاں پر ڈھبری اور جوے کا وزن معلوم نہیں ہوسکتا

کیونکہ یہ پیچ سے ملحق ہیں۔ لہذا یہاں پہلے ق٠ کی قیمت دریافت کرنا ہوگی۔ یہ وہ قوت ہے جو صرف ڈھبری اور جوے کے اُٹھانے کو درکار ہے۔ اِس کے بعد مجموعی قوت ق۱ دریافت کرنا ہوگی جو "بوجھ"، ڈھبری، اور جوے کو اُٹھاتی ہے۔ اِس لئے ق۱- ق٠ وہ قوت ق ہے جو صرف "بوجھ" و کے لئے درکار ہوگی۔

اگر مذکورۂ بالا بڑے قطر کی چرخی پر دو ڈوریاں لگی ہوں تو لگائی ہوئی قوت دونوں ڈوریوں سے لٹکے ہوئے وزن کے مجموعہ کے مساوی ہوگی۔

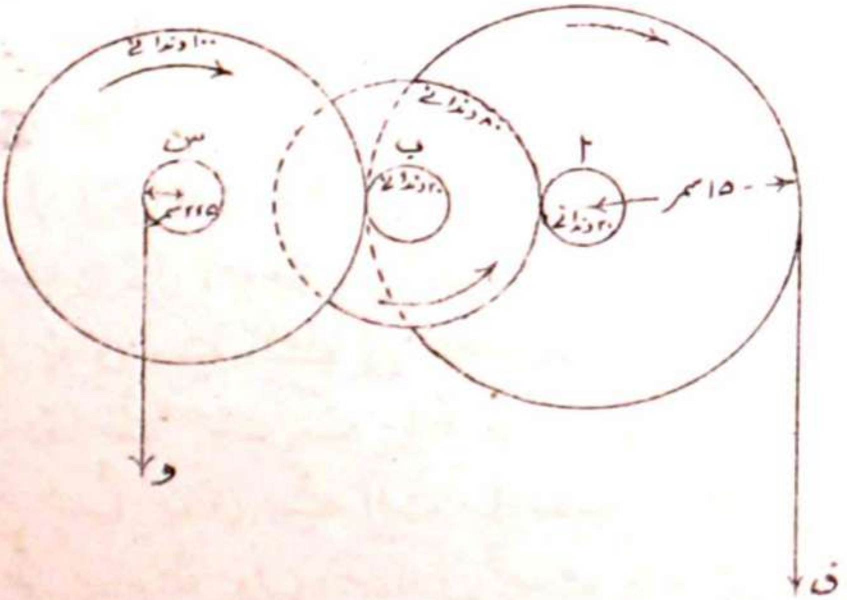
اب پیچ کی اِستعداد دریافت کرو۔ نتیجہ سے یہ معلوم ہوگا کہ کافی تیل دینے پر بھی پیچ کی اِستعداد بمشکل تمام ۲۰ فی صدی تک پہنچتی ہے۔ اور یہ بھی معلوم ہوجائیگا کہ اگر آلہ بد احتیاطی کی وجہ سے زنگ آلود ہوگیا ہو تو اِستعداد کی قیمت صرف ۷ یا ۸ فی صدی رہ جاتی ہے۔

چرخ بندی

مشینوں کا بیان اُس وقت تک تکمیل کو نہیں پہنچ سکتا جب تک کہ عام ترین بندشوں کا مثلاً دندانہ دار چرخوں کی بندش (Gearing) کا کچھ ذکر نہ کیا جائے۔ اِس بندش کی مختلف شکلوں کا اِستعمال قریب قریب تمام اقسام کی کلوں مثلاً گھڑیوں، موٹر گاڑیوں، خرادوں، متحرک خالوں، وغیرہ، میں ہوتا ہے۔ مگر ہم یہاں صرف چرخ بندی کے ایک آسان سلسلہ پر بحث کرینگے اور پیچیدگی سے بچنے کے لئے صرف عددی مثال دی جائیگی۔

شکل ۵۵ پر غور کرو۔ تکلے ۲ پر ۱۵ سمر نصف قطر کا ایک بڑا ڈھول چڑھا ہوا ہے۔ اور اُسی تکلے پر ۲۰ دندانوں کا ایک دندانہ دار چرخ ڈھول سے جکڑا ہُوا لگا ہے۔

موخرالذکر دندانہ دار چرخ ا تکلے ب پر چڑھے ہوئے ۸۰ دندانوں والے چرخ سے اِس طرح لگا ہُوا ہے کہ اگر ا چار گردشیں پُوری کرے تو ب پر کا بڑا چرخ صرف ایک بار گھُومتا ہے۔ ب پر کے بڑے چرخ میں ۲۰ دندانوں کا ایک چھوٹا چرخ جکڑا ہُوا ہے۔ اور یہ چرخ تکلے س پر کے بڑے چرخ کے دندانوں سے لگا ہوا ہے جس کے محیط میں ۱۰۰ دندانے ہیں۔ اِس لئے جب ا ۲۰ گردشیں پُوری کرتا ہے تو ب ۵ اور س صرف ۱۔ تیسرے تکلے س پر ۲.۵ سمر کا ایک چھوٹا ڈھول چڑھا ہُوا ہے جس پر سے "بوجھ" و کو سنبھالنے والی ڈوری گذرتی ہے۔ اِس ڈھول پر ڈوری اِس طرح لپیٹی جاتی ہے کہ



شکل ۸۵ - چرخ بندی

جب ق نیچے اُترتا ہے تو و اُوپر چڑھتا ہے۔
موجودہ مسئلہ میں آسانی کی غرض سے تکلے س کی

صرف ایک گردش پر غور کرو۔

س کی ایک گردش میں "بوجھ" و اتنے فصل تک چڑھتا ہے جو چھوٹے ڈھول کے محیط کے برابر ہے۔

یعنی $ف_{۲} = ۲\pi \times ۲٫۵$ سمر۔

س کی ہر گردش کے جواب میں ا ۲۰ مرتبہ گھومتا ہے اور اس لئے ق بڑے ڈھول کے محیط کے بیس گنے فاصلے تک عمل کرتا ہے۔ یعنی

$$ف_{۱} = ۲۰ \times ۲\pi \times ۱۵ \text{ سمر}$$

اس لئے رفتاری نسبت

$$= \frac{۲۰ \times ۲\pi \times ۱۵}{۲\pi \times ۲٫۵}$$

$$= ۱۲۰$$

تجربہ ۴۷۔ چرخ بندی کے ایک نظام کی استعداد کی تعیین ——— چرخ بندی کے کسی نظام کی رفتاری نسبت دریافت کرو جیساکہ مذکورۂ بالا مثال میں بیان کیا جاچکا ہے۔ اور تجربہ ۴۴ کی طرح عملاً اس کا مفادِ حیلی بھی دریافت کرو۔ اور ان معلومات سے اس کی استعداد کی قیمت اخذ کرو۔

چرخ بندی کے سلسلے کی استعداد کا انحصار زیادہ تر اس امر پر ہے کہ دندانے صحت کے ساتھ کاٹے جائیں۔ متذکرۂ بالا سلسلہ کی طرح چرخ بندی کے ایک سادے سلسلے کی جس میں دندانے عمدہ طور پر کٹے ہوں استعداد کی قیمت ۹۵ فی صدی تک پہنچ سکتی ہے۔

نوٹ ——— فصل ہذا میں بحث کردہ کمیتیں و اور ق بالترتیب "بوجھ" اور "لگائی ہوئی قوت" کے نام سے موسوم کی گئی ہیں لیکن اکثر اوقات ان کے لئے وزن اور طاقت کے نام بھی استعمال

ہوتے ہیں۔ وزن ایک عام کمیت ہے اس لئے اس کو ایک خاص کمیت کی طرح استعمال کرنا اعتراض سے خالی نہیں۔ "بوجھ" سائنس کی زبان میں کوئی خاص معنی نہیں رکھتا اس لئے اس نام کو یہاں وزن کے نام کے بجائے استعمال کرنا قابلِ ترجیح ہے۔ لفظ "طاقت" سائنس کی اصطلاح میں ایک خاص اور محدود معنی رکھتا ہے یعنی طاقت سے کام کرنے کی شرح مراد ہے اس لئے طاقت کو قوت کے معنوں میں ہرگز استعمال نہیں کرنا چاہیئے۔ بعض اوقات ق کی تعبیر کے لئے زور کا لفظ بھی استعمال کیا جاتا ہے لیکن کسی صورت میں اس کا استعمال عام نہیں۔