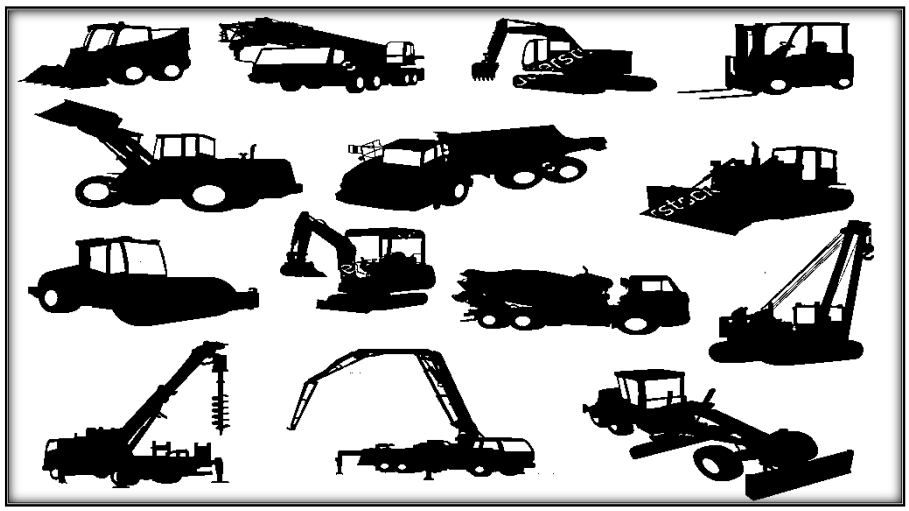
Dr. Hassan Issa
Dr. Aliaa Hamadi
Lect. Mustafa Ayad



Engineering Fundamentals for Construction Equipment

الأسس الهندسية للمعدات الإنشائية

❖ *Rolling Resistance (R)* *مقاومة الدحرجة*

It is the resistance that faced by equipment moving on a road, it depends on the following:-

1- **Nature and type of a road: for example the resistance of loose road such as loose soil more than the solid one such as concrete.**
2- **Equipment weight: the heavier weight the bigger resistance.**
3- **Surface area between tire and road: the bigger surface area the bigger resistance.**

R = P / W

R: Rolling Resistance (kg/ton)

P: power (kg)

W: weight (ton)

مقاومة الدحرجة: هي المقاومة التي تواجها الآلية نتيجة حركتها على طريق معين، و هي تعتمد على العوامل التالية:
1- نوعية و طبيعة أرض الطريق: على سبيل المثال مقاومة الأرض الرخوة تختلف عن مقاومة الأرض الصلبة.
2- وزن الماكنة: كلما أزداد وزن الماكنة إزدادت مقاومة الدحرجة لها
3- المساحة السطحية بين الإطار و الطريق: كلما إزدادت مساحة سطح الإطار الملامسة لسطح الطريق إزدادت مقاومة الدحرجة.

❖ *The Effect of Grade on Required Tractive Effort* *تأثير درجة ميل الطريق على جهد الجر المطلوب*

In the downward direction of equipment, the tractive effort is decreased with the increasing of road grade by a minus percentage. In the upward direction, the percentage is positive

P = 10 * grade * W

عند حركة الماكنة نزولاً فإن جهد الجر المطلوب يتناقص مع زيادة درجة إنحدار الطريق، و العكس يكون عندما تكون الحركة صعوداً بدرجة إنحددار معينة.

P = the tractive effort of grade in (kg)

Grade = the road grade as a percentage in plus or minus

W: weight ton

Dr. Hassan Issa
Dr. Aliaa Hamadi
Lect. Mustafa Ayad

❖ *Coefficient of Traction* معامل الجر

It is a coefficient which if multiplied by the weight on the driving wheels the result is the maximum tractive effort between the wheels and road just before wheels sliding. According to coefficient of traction and equipment weight, it is possible to know the power at which the equipment slides and know if the equipment could be slide or no because the sliding power could be higher than the equipment engine power. This coefficient depends on road type, wheel thickness or design of crawler wheel.

وهو المعامل المضروب بمقدار الوزن المسلط على العجلات الدافعة لكي تكون النتيجة هي أقصى جهد سحب مطلوب بين العجلات والطريق قبل إنزلاق العجلات. وفقا لمعامل الجر و وزن الماكنة، فمن الممكن معرفة القوة التي تنزلق عندها الماكنة و معرفة ما إذا كانت الآلية ستنزلق أو لا خصوصاً إذا كانت قوة الدحرجة المسلطة على الماكنة أعلى من قوة المحرك. يعتمد هذا المعامل على نوع الطريق، سمك الإطارات اذا كانت الماكنة مدولبة أو تصميم الجنزير إذا كانت مجنزرة.

Coefficient of Traction = P / W

P = the maximum tractive effort in Kg

W = weight on driving wheels in Kg

❖ *Effect of Altitude* تأثير الإرتفاع على أداء المحركات

The air density and O^2 in air decrease when equipment is going high. Consequently, then the internal combustion engine efficiency decreases. As a result, the Horse Power (hp) of the engine decreases

كثافة الهواء و نسبة الأوكسجين المتوفرة فيه تنخفض عند صعود الآلية، و بالتالي ينخفض معدل الإحتراق داخل المحرك، مما يعني بالنتيجة إنخفاض القدرة الحصانية للمحرك.

Lost hp = [(H – 300) * hp * 0.03] / 300 (with 4 cycles of combustion engine)

Lost hp = [(H – 300) * hp * 0.01] / 300 (with 2 cycles of combustion engine)

Lost hp = the lost in engine horse power

H = the height of equipment above sea level

❖ *Effect of temperature and pressure* تأثير درجة الحرارة و الضغط على أداء المحركات

There is an inverse relationship between temperature, pressure and engine efficiency (engine horse power). The following equation used to calculate the pressure and temperature in such circumstances differ than standard:-

هنالك علاقة عكسية بين درجة الحرارة و الضغط من جهة و قدرة المحرك الحصانية من جهة أخرى، و المعادلة التالية تحتسب القدرة في الظروف غير القياسية:

$$Hc = Ho * Ps/Po * \sqrt{(To/Ts)}$$

Hc: hp Brake Horsepower (Corrected horse power to standard circumstances)

Ps: standard air pressure (760 mm mercury)

Po: observed real air pressure (mm mercury)

To: real absolute temperature (observed temperature + 273)

Ts: absolute temperature for standard circumstances 288

Dr. Hassan Issa
Dr. Aliaa Hamadi
Lect. Mustafa Ayad

❖ *Drawbar Pull* قوة الجر

It is the total traction which could be used by crawler tractor to draw loads weighted in Kg. This could be calculated by the following equation:-

قوة الجر: هي القوة اللازة لسحب الإحمال من قبل الماكنة المجنزرة مقدرة بالكيلوغرامات، و تحتسب بالمعادلة التالية:

Traction (available traction to draw loads) = engine power – the force required to move the equipment (Rolling Resistance Force and gradient force)

ملاحظة: في العجلات المجنزرة اذا كانت مقاومة الدحرجة ليست 50 تطرح منها 50 ويكون الناتج اما موجب او سالب وتكون بذلك المعادلة:- $P = W * (R\ given - 50)$

❖ *Rim pull* جر الإطار

It is the traction of tire wheel which could be used to move the equipment (Rolling Resistance Force and gradient force) and draw loads. It could be calculated by using the following equation:-

جر الإطار: هي قوة الجر اللازمة لحركة إطارات الماكنة المدولبة و إعطائها القدرة على سحب الأحمال في مواجهة مقاومة الدحرجة و إنحدار الطريق، و هي تحتسب بالمعادلة التالية:

Rim Pull = hp * 272.2 * efficiency/speed

Efficiency: 80 – 85%
Speed: km/hr

Ex1: A crawler tractor weights 15 tons with engine power 9000 kg, find the following:-

1. **The drawbar pull for this tractor if the rolling resistance of the road is 90 kg/ton and the grade is 5% upward with regular speed.**
2. **The weight of the trucks that could be drawn by this tractor, if the rolling resistance is 80 kg/ton.**

Solution:

1) The force required to resist rolling = 15 * (90-50) = 600 kg
The force required to counter effect of grade = 15 * 10 * 5 = 750 kg
Total resistance forces = 600 +750 = 1350 kg
Traction = 9000 - 1350 = 7650 kg

2) Net force (traction) = sum of forces acting on the rolled vehicle
Assume that the weight of the trucks drawn by this tractor = W
50 W + 80 W = 7650 (Calculated from the previous step)
W = 58.8 tons