معامل السحب Coefficient of Traction

يعرف معامل السحب على انه النسبة بين قوة السحب والوزن المؤثر على عجلات الدفع اذا كان الجرار يولد دفع بعجلاته الخلفية او الامامية. او الوزن الكلي بالنسبة للجرارات المسرفة او التي تولد دفع بعجلاتها الخلفية والامامية.

$$C_T = \frac{F}{Z_r} \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

$$C_T = \frac{F}{Q} \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$C_T = \frac{F}{G_t} \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

حيث ان

C_T = معامل السحب

F = قوة السحب

Zr = الوزن المؤثر على العجلات الخلفية

Q = الوزن الكلي المؤثر على السرفة

Gt = الوزن الكلي للجرار الذي يولد دفع بعجلاته الخلفية والامامية

ملاحظة: المعامل كسر اعتيادي وليس نسبة مئوية

.....

معامل الدفع Coefficient of Thrust

يعرف معامل الدفع على انه النسبة بين قوة الدفع والوزن المؤثر على عجلات الدفع اذا كان الجرار من النوع الذي يولد دفع بعجلاته الخلفية او الامامية او الوزن الكلي للجرارات المسرفة او التي تولد دفع بعجلاتها الخلفية والامامية
Four Wheel Drive (4WD)

$$C_H = \frac{H}{Z_r} \dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

$$C_H = \frac{H}{Q} \dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

$$C_H = \frac{H}{G_t} \dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

C_H = معامل الدفع

H = قوة الدفع kN

معامل مقاومة التدحرج Coefficient of Rolling Resistance

معامل مقاومة التدحرج هو النسبة بين مقاومة التدحرج والوزن

$$CRR = \frac{R}{Q} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

$$CRR = \frac{R}{Gt} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

حيث ان

R= مقاومة التدحرج

CRR = معامل مقاومة التدحرج

وفي حالة الجرارات التي تولد بعجلاتها الخلفية فان الوزن الذي يستخدم هو Zr لانه مقاومة التدحرج على العجلات الامامية صغيرة فتهمل لذلك CRR يحسب لها كالاتي

$$CRR = \frac{R}{Zr} \dots\dots\dots\dots (9)$$

……..

كفاءة السحب Traction Efficiency

كفاءة السحب هي النسبة بين قدرة السحب والقدرة عند عجلات الدفع

$$\eta_t = \frac{PF}{Pd} \dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

حيث ان

η_t = كفاءة السحب

PF = قدرة السحب kW

Pd = القدرة عند عجلات الدفع kW

PF= F * Va ……(11)

Pd = H * Vt ……(12)

حيث ان

F = قوة السحب kN

H = قوة الدفع kN

Va = السرعة الامامية الفعلية m/sec

Vt = السرعة الامامية النظرية m/sec

وبتعويض المعادلتين (11) و (12) في المعادلة (10) فان

$$\eta_t = \frac{F * Va}{H * Vt} \dots\dots\dots\dots\dots (13)$$

ولكن

Va = Vt (1-S)…….(14)

حيث S = الانزلاق

$$\eta_t = \frac{F * Vt(1-S)}{H * Vt} = \frac{F(1-S)}{H} \dots\dots\dots\dots\dots (15)$$

H = F + R ……..(16)

وبتعويض المعادلة (16) في المعادلة (15) فان

$$\eta_t = \frac{F(1-S)}{F+R} \dots\dots\dots\dots. (17)$$

من المعادلة (17) نلاحظ ان كفاءة السحب تزداد كلما قل الانزلاق (S) ومقاومة التدحرج لان الانزلاق يقلل من السرعة الامامية الفعلية ، ومقاومة التدحرج تؤدي الى استهلاك قدرة كبيرة للتغلب عليها.

.....

كفاءة النقل Transmission Efficiency

وهي النسبة بين القدرة عند عجلات الدفع والقدرة عند الدولاب الطيار (القدرة الفرملية)

$$\eta_{tt} = \frac{Pd}{Pb} \dots\dots\dots\dots\dots (18)$$

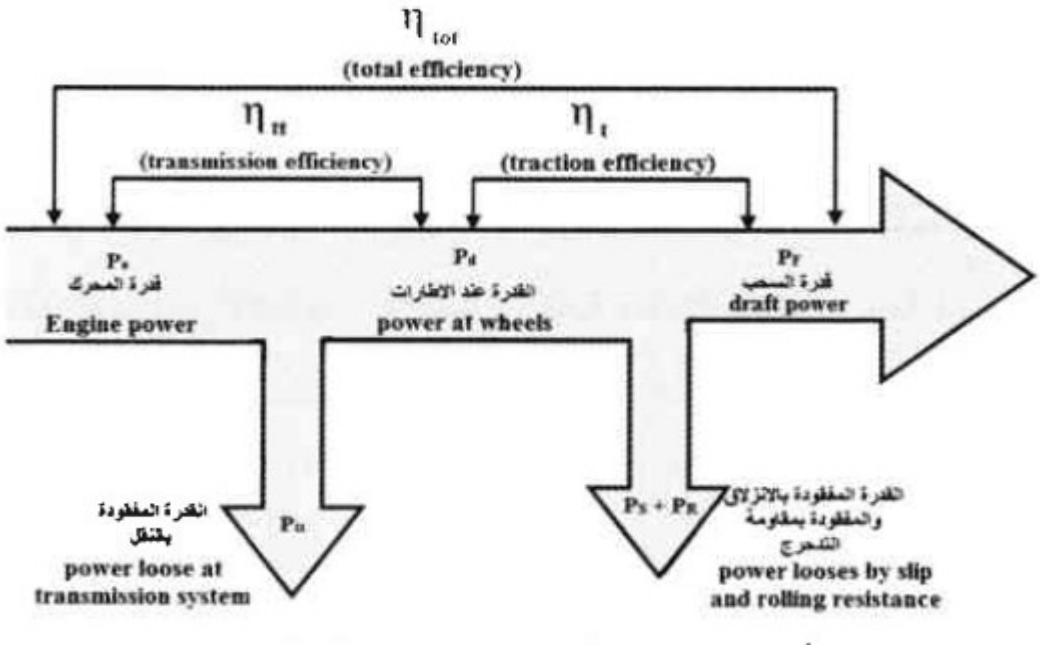
حيث

η_{tt} = كفاءة النقل

Pd = القدرة عند عجلات الدفع kW

Pb = القدرة عند الدولاب الطيار (القدرة الفرملية) kW

ويمكن تمثيل القدرة والكفاءات التي ذكرت سابقا بالرسم التوضيحي الاتي



Pt = القدرة المفقودة بأجهزة النقل

Ps = القدرة المفقودة بالانزلاق

PR = القدرة المفقودة بمقاومة التدحرج

.....

مثال: جرار يسحب محراث يحتاج الى قوة سحب مقدارها 18 كيلو نيوتن، احسب كفاءة السحب اذا كانت السرعة النظرية 1.4 م/ثا والانزلاق 10% ومقاومة التدحرج على اطاراته 2 كيلو نيوتن وما هي القدرة عند الدولاب الطيار اذا كانت كفاءة النقل 90% ؟

كفاءة السحب

$$\eta_t = \frac{F(1-S)}{F+R} = \frac{18(1-0.1)}{18+2} = \frac{18*0.9}{20} = 0.81 = 81\%$$

القدرة عند العجلات

Pd = (F + R) * Vt = (18+2) * 1.4 = 28 kW

$$\eta_{tt} = \frac{Pd}{Pb} \rightarrow\rightarrow Pb = \frac{Pd}{\eta_{tt}} = \frac{28}{0.9} = 31.1\ kW$$

مقاومة التدحرج Rolling Resistance

تعرف مقاومة التدحرج على انها القوة المطلوبة لتحريك الجرار على سطح افقي. ومقاومة التدحرج تتضمن المقاومة الداخلية والتي هي الطاقة المفقودة او المستهلكة للتغلب على الاحتكاك بالكراسي (bearings)، والمقاومة الخارجية التي سببها كبس التربة بواسطة الاطار او السرفة وتجمع التربة امامها وتفلطح الاطار بالإضافة الى التصاق التربة بالاطار او السرفة. ومقاومة التدحرج تزداد بزيادة الوزن (Q) المؤثر على الإطار او السرفة لان الوزن يزيد من كبس التربة (تعمق الاطار او السرفة بالتربة) كما تزداد بالتربة الهشة مقارنة بالتربة الصلبة. ولتحسين أداء الجرار يجب ان تكون مقاومة التدحرج اقل ما يمكن ويتم هذا باستخدام وزن على الجرار يؤدي الى زيادة كبيرة بالدفع وزيادة بسيطة بمقاومة التدحرج، كما يمكن تقليل مقاومة التدحرج بزيادة مساحة التلامس لتقليل الضغط على التربة بشرط ان تكون الزيادة ضمن حدود معينة حتى لا يقل تاثير الوزن على التربة بصورة كبيرة وبالتالي تقلل من قابلية الجرار على توليد الدفع ويمكن زيادة مساحة التلامس بتقليل ضغط الهواء داخل الاطار بشرط الا يقل بمقدار بحيث يتحمل جسم الاطار الجزء الأعظم من وزن الجرار والذي قد تؤدي الى تمزقه.

أنواع مقاومة التدحرج

1. مقاومة التدحرج المتأتية من كبس التربة Rolling Resistance of soil compaction

تعتمد مقاومة التدحرج المتأتية من كبس التربة على الضغط تحت الاطار او السرفة (الوزن / مساحة التلامس) ونوع التربة فتزداد مقاومة التدحرج بزيادة الضغط لأنه يؤدي الى تعمق الاطار او السرفة بالتربة وكذلك يزداد التعمق كلما كانت التربة هشة، وعندما يزداد التعمق فان الطاقة المطلوبة لتحريك الاطار او السرفة الى الامام فتزداد بصورة واضحة، ويمكن حساب هذا النوع من مقاومة التدحرج من المعادلة الاتية:

$$Rc = \frac{b(Pi + Pc)^{\frac{n+1}{n}}}{(n+1)\left(\frac{Kc}{b} + K\theta\right)^{\frac{1}{n}}}$$

حيث

Rc = مقاومة التدحرج المتاتية من كبس التربة

b = عرض الاطار

Pi = ضغط الهواء داخل الاطار

Pc = ضغط جسم الاطار

Kc = ثابت التربة الذي يعود الى تماسك التربة

$K\theta$ = ثابت التربة الذي يعود الى الاحتكاك

n = ثابت التربة وقيمته (1) للتربة الهشة و (0.5) للتربة الوسط و (0) للتربة الصلبة.

يلاحظ من المعادلة السابقة ان (Rc) تزداد كلما زاد ضغط الهواء (Pi) داخل الاطار وذلك لكونه يؤدي الى تقليل مساحة التلامس التي تؤدي الى زيادة الضغط على التربة وبالتالي تعمقه بالتربة. اما انخفاض ضغط الهواء فيؤدي الى زيادة تفلطح الاطار الذي يؤدي الى زيادة مساحة التلامس وبالتالي يقلل الضغط تحت الاطار فيقل تعمقه بالتربة.

كما ان زيادة الضغط المتاتي من جسم الاطار (صلابة الاطار) يؤدي الى زيادة (Rc) اما عرض الاطار (b) فله تاثير واضح على (Rc) حيث يعمل الاطار العريض على دفع التربة امامه مما يزيد من الطاقة المطلوبة لتحريكه الى الامام .

اما صفات التربة فلها تاثير عكسي، حيث تقل (Rc) كلما زادت قيمة Kc و $K\theta$ و n لان تعمق الاطار بالتربة يقل بصورة كبيرة كلما زادت صلابتها، والجدول الاتي يمثل قيم ثوابت التربة:

نوع التربة	N	Kc	Kθ	C	θ
		kN/m^{n+1}	kN/m^{n+2}	kN/m^2	
رمل جاف	1.1	0.95	1528.4	1.04	28°
رملية مزيجية	0.9	52.5	1127.9	4.8	20°
طينية	0.13	12.7	1555.9	68.9	34°
طينية غرينية	0.5	13.2	692.2	4.2	13°

2. مقاومة التدحرج المتاتية من تفلطح الاطار

تعتمد مقاومة التدحرج المتاتية من تفلطح الاطار على ضغط الهواء داخل الاطار، فكلما قل ضغط الهواء كلما زاد التفلطح الذي يؤدي الى زيادة الطاقة المطلوبة لارجاع الاطار الى وضعه الأصلي (الدائري) عندما تتجاوز المنطقة المتفلطحة مساحة التلامس وتزداد هذه الطاقة كلما زادت السرعة الامامية كما ان للوزن تاثير على التفلطح فكلما زاد الوزن زاد التفلطح وهذا يؤدي الى زيادة مقاومة التدحرج ، ويمكن حسابها من المعادلة التالية

$$Rt = W.ft$$

حيث

W = الوزن المؤثر على الاطار

f_t = عامل يمكن حسابه كالاتي

$$ft = \mu/Pi^{\alpha}$$

حيث μ و α ثوابت تعتمد على نوع الاطار والمادة الداخلة بتكوينه

مقاومة التدحرج الكلية

مقاومة التدحرج الكلية تساوي مجموع مقاومة التدحرج المتاتية من كبس التربة (Rc) ومقاومة التدحرج المتاتية من تفلطح الاطار (Rt)

R = Rc + Rt

$$R = \frac{b(Pi + Pc)^{\frac{n+1}{n}}}{(n+1)\left(\frac{Kc}{b} + K\theta\right)^{\frac{1}{n}}} + W.ft$$

……