قوة الدفع القصوى Maximum thrust

يولد الإطار او السرفة قوة الدفع القصوى عندما تزاح التربة الموجودة بمساحة تلامسها بنسبة 100% والازاحة الكاملة للتربة تثير اجهاد قطعها الى أقصاه. الا ان الازاحة الكاملة للتربة يؤدي من ناحية أخرى الى خفض السرعة الامامية الى الصفر

وقوة الدفع الأقصى يمكن حسابها كالاتي: اجهاد قطع التربة الأقصى تحت الاطار او السرفة يعبر عنه بالمعادلة التالية

$$\tau_{max} = C + \sigma \tan\theta \dots\dots\dots (1)$$

τ_{max} = اجهاد قطع التربة الأقصى kN/m^2

C = التماسك kN/m^2

σ = الاجهاد العمودي kN/m^2

θ = زاوية احتكاك التربة

σ يمثل الضغط (الاجهاد العمودي) تحت السرفة او الاطار وعند ضرب المعادلة (1) بمساحة التلامس (A) والتي تحسب كالاتي بالنسبة للسرفة

$$A = L \times b$$

حيث L = طول السرفة (m)

B = عرض السرفة (m)

اما بالنسبة للاطار للاطار، فان طول مساحة الاتصال تحسب من المعادلة التالية

$$L = 0.31 \times d \dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث d = قطر الاطار (m)

اما عرض مساحة الاتصال فتحسب من المعادلة التالية

$$b = 0.87 \times B \dots\dots\dots\dots (3)$$

B = عرض الاطار (m)

وبذلك

$$\tau_{max} . A = C . A + \sigma . A \tan\theta \quad \dots\dots\dots\dots (4)$$

$$F_{max} = \tau_{max} . A \dots\dots\dots\dots (5)$$

حيث F_{max} تمثل قوة قطع التربة القصوى بالنسبة الى الاطار او السرفة لانها هي التي تدفعه الى الامام. اما حاصل ضرب مساحة التلامس x الاجهاد العمودي فيمثل الوزن المؤثر على عجلات الدفع

$$Q = \sigma . A \dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

حيث Q = يمثل الوزن المؤثر على الإطارات او السرفة

وبذلك يمكن حساب H_{max} كالاتي

$$H_{max} = C . A + Q \tan\theta \dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

من المعادلة (7) نلاحظ ان قوة الدفع القصوى الذي يمكن ان يولدها الجرار تعتمد على

أولا: صفات التربة الميكانيكية

فكلما زاد تماسكها وزاوية احتكاكها زادت قوة الدفع القصوى التي يمكن ان يولدها الجرار فمثلا ، لو كانت مساحة الاتصال $0.5\ m^2$ وتماسك التربة $10\ kN/m^2$ فان قوة دفع القصوى التي يمكن الحصول عليها من التماسك هي $10 \times 0.5 = 5\ kN$ اما اذا كان تماسك التربة $20\ kN/m^2$ فان قوة الدفع سوف تكون $10\ kN/m^2$ وهذا يعني ان قوة الدفع المتاتية من التماسك تزداد لنفس مساحة التلامس لو زاد تماسك التربة

اما بالنسبة الى الاحتكاك، فلو فرضنا ان الوزن المؤثر على الإطارات التي تولد الدفع او الحركة 20 kN وزاوية الاحتكاك 20° فان قوة الدفع التي يولدها الجرار من الاحتكاك سوف تكون $20 \tan 20 = 7.3\ kN$ الا ان الدفع يزداد بمقدار $20 \tan 35 = 14\ kN$ اذا زادت زاوية الاحتكاك الى 35°

ثانيا: صفات الجرار الميكانيكية

يمكن توضيحها بالمثال الاتي ، اذا زادت مساحة التلامس من 0.5 الى 1 متر وكان تماسك التربة $10\ kN/m^2$ فان الدفع المتولد سوف يزداد من 5 الى 10 kN فان الزيادة بمساحة التلامس يرافقها زيادة في مقاومة التدحرج وصعوبة الاستدارة لذلك يجب ان تكون المساحة ضمن حدود معينة حتى تكون الزيادة بقوة الدفع اكبر من الزيادة بمقاومة التدحرج وصعوبة الاستدارة اقل ما يمكن اما بالنسبة للوزن لو فرضنا زاد من 20 الى 40 kN وكانت زاوية الاحتكاك 35° فان الدفع المتولد يزداد من 14 الى 28 kN الا ان الزيادة بالوزن يرافقها زيادة بمقاومة التدحرج لذلك يجب ان تكون ضمن حدود معينة تكون فيها الزيادة بقوة الدفع اكبر من الزيادة بمقاومة التدحرج وكذلك يجب ان لا يتجاوز الوزن قابلية تحمل الاطار لمنع تمزقه

اما التربة الطينية (البلاستيكية) فان الاجهاد الأعظم يعبر عنه بالمعادلة الاتية

$$\tau_{max} = C$$

وبضرب المعادلة بمساحة التلامس A فان الدفع الأقصى H_{max} يحسب كالاتي

$$\tau_{max} \cdot A = C \cdot A$$

$$H_{max} = C \cdot A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

من المعادلة (8) نلاحظ ان العامل المحدد للدفع الأقصى (H_{max}) في هذا النوع من الترب هو تماسك التربة ومساحة التلامس فكلما زادت مساحة التلامس A زاد الدفع الأقصى ولكن يجب ان تكون الزيادة ضمن حدود معينة لتقليل المشاكل التي ذكرت سابقا.

اما التربة الرملية (الاحتكاكية) فان الاجهاد الأعظم يعبر عنه بالمعادلة الاتية

$$\tau_{max} = \sigma \tan\theta$$

وبضرب المعادلة السابقة بمساحة التلامس A فان الدفع الأقصى يحسب كالاتي

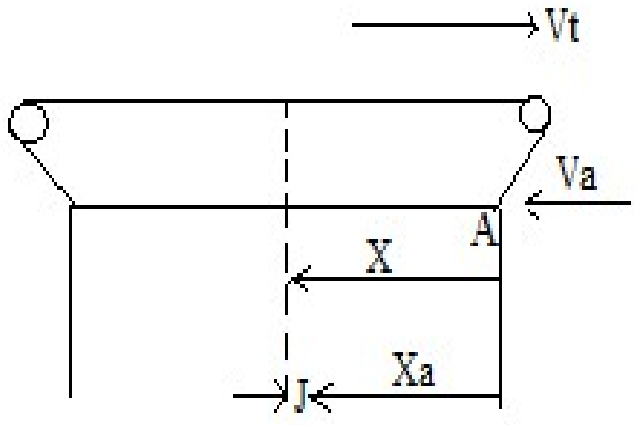
$$\tau_{max} \cdot A = \sigma \cdot A \tan\theta$$

$$H_{max} = Q \tan\theta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

من المعادلة (9) نلاحظ ان الدفع الأقصى (H_{max}) في هذا النوع من الترب يعتمد على وزن الجرار Q وزاوية الاحتكاك θ فكلما زاد الوزن زادت قوة الدفع الأقصى وقد وجد ان اعلى زاوية احتكاك في الرمل هي 35° وهذا يعني ان الجرار يستفيد من 70% من وزنه فقط، ($\tan 35 = 0.7$) وكما ان الزيادة بالوزن تؤدي الى المشاكل التي ذكرت سابقا.

العلاقة بين الانزلاق وازاحة التربة The relationship between slip and soil deformation

الشكل الاتي يوضح سرفة جرار يسير بسرعة نظرية مقدارها Vt والتي يمكن تعريفها



على انها السرعة التي تدور بها السرفة بالنسبة الى جسم الجرار الا انه وبسبب إزاحة التربة تحت السرفة الى الوراء والذي ينتج عنها الانزلاق slip فان السرعة التي تتحرك بها السرفة الى الامام اقل من السرعة النظرية، ويطلق على هذه السرعة بالسرعة الفعلية (Va)، ولو اخذنا نقطة (A) في بداية مساحة اتصال السرفة مع التربة فانها يفترض ان تقطع مسافة مقدارها (x) في زمن مقداره (t) اذا لم يحدث انزلاق للسرفة.

بسبب الانزلاق فان النقطة (A) تقطع مسافة مقدارها (x_a) ولنفس الزمن (t) فالانزلاق (s) عندئذ يحسب كالاتي

$$s = \frac{x - x_a}{x} \dots\dots\dots\dots\dots\dots . (1)$$

s = الانزلاق

x = المسافة النظرية

x_a = المسافة الفعلية

غير ان $x - x_a$ تمثل إزاحة التربة (J) التي أدت الانزلاق

$$s = \frac{J}{x} \dots\dots\dots\dots\dots . (2)$$

كما يمكن حساب الانزلاق من المعادلة الاتية

$$s = \frac{V_t - V_a}{V_t} \dots\dots\dots\dots (3)$$

$Va = Vt - (Vt - s)$

$Va = Vt\ (1- s)$ …… (4)

العلاقة بين الدفع والانزلاق Slip – thrust relationship

ان قوة الدفع الحقيقية التي يولدها الجرار في الحقل يرافقها انزلاق ومقدار هذا الانزلاق يعتمد على قوة الدفع، وقوة الدفع هذه تعتمد على قوة السحب (F) المطلوبة لسحب الحمل خلف الجرار بالإضافة الى مقاومة التدحرج على الإطارات او السرفة ويمكن حساب الدفع من المعادلة الاتية

$$H = F + R \dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

H = قوة الدفع (kN)

R= مقاومة التدحرج

والشكل الاتي يوضح العلاقة بين الانزلاق والدفع