

УДК 627

И.В.Липатова (5 курс, каф. ТОиЭГС), Г.Я.Булатов, к.т.н., доц.

К РАСЧЕТУ УСИЛИЯ КОРЧЕВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ

Целью данной работы является определение усилия корчевания дерева:

$$N^0 = P_c + P_{ep} + N_k + N_{ck} + N_{\Pi}, \quad (1)$$

где P_c – вес надземной части дерева, P_{ep} – вес грунта, захваченного корнями при их извлечении, N_k – вертикальная равнодействующая сопротивления разрыву корней, N_{ck} – вертикальная равнодействующая сопротивления разрыву скелета грунта, N_{Π} – равнодействующая сопротивления разрыву пор грунта.

В свою очередь слагаемые представим в виде:

$$P_c = \pi \cdot r_c^2 \cdot H_c \cdot \xi_c \cdot \gamma_{\delta}, \quad (2)$$

$$P_{ep} = \alpha_{\phi.v.} \cdot \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot \psi^3 \cdot r_k^3 \cdot \gamma_{ep}, \quad (3)$$

$$N_k = \alpha_{\phi.s.} \cdot \pi \cdot r_c^2 \cdot (1 - (\psi + \Delta\psi_k)^n) \cdot R_k \cdot \alpha_T / m_k, \quad (4)$$

$$N_{ck} = \alpha_{\phi.s.} \cdot 2\pi \cdot \psi^2 \cdot r_k^2 \cdot R_{ck} / m_{ck}, \quad (5)$$

$$N_{\Pi} = \alpha_{\phi.s.} \cdot 2\pi \cdot \psi^2 \cdot r_k^2 \cdot R_{\Pi} \cdot \alpha_T \cdot \eta_{\Pi} / m_{\Pi}, \quad (6)$$

где r_c – радиус ствола дерева в нижней части, H_c – высота дерева, ξ_c – коэффициент учёта сбегания и ветвистости дерева, γ_{δ} – удельный вес древесины ствола, γ_{ep} – удельный вес грунта, $\alpha_{\phi.v.}$, $\alpha_{\phi.s.}$ – коэффициент формы отрываемого массива, соответственно по объёму и по поверхности, R_k – предел прочности на разрыв корней, n – степень развитости корневой системы, R_{ck} – предел прочности на разрыв скелета грунта, α_T – коэффициент одновременности развития сопротивлений разрыву, R_{Π} – предел прочности воды в порах на разрыв, η_{Π} – степень глубины вакуума в порах при разрыве, m_k – коэффициент концентрации напряжений в корнях, m_{ck} – то же, в скелете грунта, m_{Π} – то же, в порах грунта.

Численные величины в расчете могут быть приняты приближенно и уточнены. В первом приближении можно принять: $\xi_c = 1-3$; $\gamma_{\delta} = 8 - 10$ кН/м³; $\gamma_{ep} = 15 - 20$ кН/м³; $\alpha_{\phi.v.}$, $\alpha_{\phi.s.} = 0,8...1,2$; $R_k = 10...30$ Мпа; $n = 0,1...0,3$; $R_{ck} = 0,0...0,1$ Мпа; $\alpha_T = 0,5...0,7$; $R_{\Pi} = 0,1$ МПа; $\eta_{\Pi} = 0,0...0,5$ при переходе от песков к глинам; $m_k = 2...3$; $m_{ck} = 1,5...2$; $m_{\Pi} = 1,5...2$.

Степень заглубления поверхности разрыва грунта:

$$\psi = \frac{r}{r_k} \leq 1 - \Delta\psi_k \quad (7)$$

$$\text{при } \Delta\psi_k = \frac{\Delta r_k}{r_k}, \quad (8)$$

где r – глубина поверхности разрыва грунта, r_k – глубина распространения корневой системы, Δr_k – превышение глубины разрыва корней над глубиной разрыва грунта,

Предел прочности грунта на разрыв может быть определён по выражению:

$$R_{ck} = 2C \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (9)$$

где φ и C – угол внутреннего трения и сцепление грунта при сдвиге соответственно.

Уточнение решения может быть получено по следующим направлениям учёта дополнительных факторов:

- а) изменение прочности элементов (корневой системы и грунта) с глубиной,
- б) влияние скорости выдёргивания,
- в) положение уровня грунтовых вод,
 - г) многообразие и случайность форм и степени развития корневой системы и усложнение поверхностей разрыва грунта и корней,
- д) вариации грунтовых условий,
- е) уточнение коэффициента концентраций напряжений,
- ж) ...

Рассматриваемая задача отрыва массы грунта для глин близка к задаче прилипания (присоса) затонувших судов, лежащих на илистом грунте, при подъёме которых возникает в поровой воде отрицательное поровое давление (вакуум), резко повышающее сопротивление отрыву.

И это уже задача теории консолидации грунтовых масс механики грунтов, а точнее подтеории разуплотнения водонасыщенных грунтов (см. Флорин В.А., Бородавкин П.П., Иванов П.Л. и др.)

Анализируя изложенное, можно предложить следующие меры снижения сопротивления отрыву:

- а) штыкование (прокалывание) предполагаемой зоны отрыва,
- б) нагнетание воды или воздуха в эту зону,
- в) замедленное и пульсирующее выдёргивание,
- г) продольная и поперечная вибрация,
- д) круговое расшатывание ствола,
- е) круговое подрезание извлекаемого массива.

Отдельные положения данной работы могут быть применены для условий корчевания камней, а также извлечения из грунта некоторых конструкций, например, анкерных устройств, корневых и свайных фундаментов и т.п.

Отметим, что в Швеции уже создана специальная “лесотеребящая” машина производительностью 60 стволов в час.