



GRUNTLI TO'G'ON QIYALIKLARINI BAHOLASHNING NAZARIY ASOSLARI

A. Sh. Suyunov

Qarshi davlat texnika universiteti

suyunovsha@mail.ru

Annotatsiya:

Suv omborining to'g'oni uchun yuqorida keltirilgan parametrlardan foydalanib, ushbu dasturiy ta'minot yordamida to'g'onda sodir bo'ladigan filtratsiya jarayonini suv ombori turli darajada suv bilan to'ltirilgan holatlari bo'yicha baholaymiz.

Kalit so'zlar: Gruntli to'g'onlar, mustahkamlik, siljish, grunt massivlari.

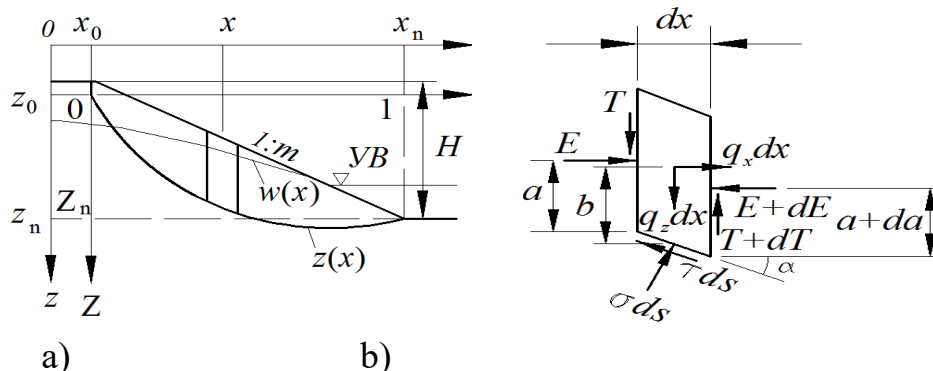
Gruntli to'g'on tanasidagi grunt massalarining barqarorligini baholash uchun Kulon-Mor nazariyasiga asoslangan Buxartsev metodi tanlandi. Ushbu nazariyada grunt massivida sodir bo'ladigan siljish quyidagi qonuniyatga bo'yso'nishi kerak: xar doim tashqi ta'sir natijasida grunda xosil bo'ladigan siljishdagi urinma kuchlanish τ gruntning xarakteristikalarini bilan bog'liq bo'lgan urinma kuchlanish τ_{pr} dan kichik bo'lishi lozim, ya'ni:

$$\tau \leq \tau_{pr} = f\sigma + c, \quad (1)$$

bu yerda: $f = \tan \varphi$, c -gruntning mustahkamligi ifodalovchi parametrlar (φ -ichki ishqalanish burchagi; c -grunt zarrachalarining bog'lanish koeffitsiyenti; σ - grunt zarrachalariga ta'sir qiladigan normal kuchlanish qiymatlari).

Gruntlarning siljisdagi mustahkamligi deyarli barcha amaldagi hisoblash usullarida shu Kulon-Mor nazariyasi asosida olib boriladi, chunki bu nazariya mexanika qonunlariga asoslangan.

To'g'on tanasi qiyaligining ustuvorligini, ya'ni o'pirilish yuzasini aniqlash uchun to'g'ondan kichik bir bo'lakni ajratib va uni xoz koordinata sistemasiga joylashtirib (1a-rasm), undan tomonlari elementar dx , balandligi h bo'lgan bo'lakchani ajratib (1b-rasm), ushbu bo'lakchani muvozanatini tekshiramiz. Qaralayotgan to'g'on tekis deformatsiyalanish holatida ishlashini e'tiborga olganimiz sababli, barcha hisob ishlari ushbu xoz koordiatalar sistemasida bajariladi.



1 –rasm. Gruntli massiv qiyaligining sxemasi: a – qiyalikdan kesib olingan bo‘lakcha; b –elementar bo‘lakcha va unga ta’sir qilayotgan kuchlar sistemasi

Elementar bo‘lakcha (1b-rasm) uchun statikaning muvozanat tenglamalaridan foydalanib quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$\Sigma X=0: \quad q_x dx - dE + z' \sigma dx - \tau_k dx = 0, \quad (2)$$

$$\Sigma Z=0: \quad q_z dx - dT - \sigma dx - z' \tau_k dx = 0, \quad (3)$$

$$\Sigma M=0: \quad m dx - dM + z' E dx - T dx = 0, \quad (4)$$

bu erda: $q_x dx$, $q_z dx$ – bo‘lakcha yuzasiga ta’sir qilayotgan sirtqi va hajmli kuchlar; $m = q_x b$ – element asosining o‘rtasiga nisbatan q_x gorizonta kuchdan olingan moment; E , T – mos ravishda elementning vertikal yuzlariga ta’sir qiluvchi normal va tangensial kuchlanishlar; $M = E a$ – element asosiga nisbatan E kuch momenti; σ – kesib olingan elementar yuzacha asosiga ta’sir qiluvchi normal kuchlanish; $z = z(x)$ – xoz koordinata sistemasida o‘pirilish yuzasini ifodalovchi funksiya; $z' = [x_0; x_n]$ intervalda x ga nisbatan $z(x)$ funksiyadan olingan hosila.

Ushbu tenglamalar sistemasi (2)-(4) o‘z ichiga beshta noma’lumlarni oladi: E , T , M , σ , z . Demak masala statik noaniq.

Bu muammoni yechish uchun (2), (3), (4) tenglamalarni x_0 dan x gacha bo‘lgan oralig‘da integrallab, ma’lum soddalashlardan so‘ng ta’sir kuchlarini va ularning

$$E = E_0 + \int_{x_0}^x (q_x + z' \sigma - \tau_k) dx \quad \begin{array}{l} \text{momentini} \\ \text{to'g'on} \end{array}$$

qiyaligining o'pirilish profilini istalgan vertikal kesimida hisoblash uchun quyidagi ifodalarni olish mumkin:

$$, \quad (5)$$

$$T = T_0 + \int_{x_0}^x (q_z - \sigma - z' \tau_k) dx, \quad (6)$$

$$M = M_0 + (z - z_0)E - (x - x_0)T + \int_{x_0}^x [m - (z - z_0)] (q_x + z' \sigma - \tau_k) + (x - x_0) (q_z - \sigma - z' \tau_k) dx.$$

$$, (7)$$

Ushbu munosabatlarni x_0 dan x gacha integrallab, kengaytirib, bir butun tananing o'pirilishi uchun muvozanat tenglamalari tizimini olamiz.

$$\int_{x_0}^x (\tau_x - z' \sigma) dx = Q_x + E_0 - E_n, \quad (8)$$

$$\int_{x_0}^x (\tau_x + z' \sigma) dx = Q_x + T_0 - T_n, \quad (9)$$

$$\int_{x_0}^x [(\tau_k z' + \sigma)(x - x_0) - (\tau_k - \sigma z')(z - z_0)] dx = M_Q + M_\Gamma, \quad (10)$$

$$Q_x = \int_{x_0}^{x_n} q_x dx, Q_z = \int_{x_0}^{x_n} q_z dx, \quad (11)$$

$$M_Q = \int_{x_0}^{x_n} [m - (z - z_0) q_x + (x - x_0) q_z] dx,$$

$$M_\Gamma = (z_n - z_0) E_n - (x - x_0) T_n - (M_n - M_0).$$

bu yerda: E, T, M - larning indeksleri ajratilgan elementning boshlang'ich yoki yakuniy qismiga tegishli ekanligini ko'rsatadi. Qiymatlar: $E_0=E(x_0)$, $T_0=T(x_0)$, $M_0=M(x_0)$, $E_n=E(x_n)$, $T_n=T(x_n)$, $M_n=M(x_n)$ chegara shartlari orqali ifodalanadi.

Ushbu qiymatlar ko'rib chiqilayotgan qiyalik uchun $E_0 = E_n = T_0 = T_n = 0$, $M_0 = M_n = 0$ teng bo'ladi.

(8), (9), (10) tenglamalarning o'ng tomonida grunt massiviga ta'sir qilayotgan faol kuchlar va chap tomonda ushbu ta'sirlarga qarshilik ko'rsatilayotgan reaktiv kuchlar ifodalangan.

Ushbu differensial tenglamalar sistemasini integrallash uchun statik noaniqlikni yo'qotish lozim. Buning uchun σ va z funksiyalarni qandaydir tarzda aniqlash lozim bo'ladi. Umumiy usullarda barqarorlikni baholash odatda z funksiyasi kesim sirt profil shaklini belgilaydi (ko'pincha bu aylana bo'ladi deb olinadi). σ funksiyasi jismning o'pirilishga moyilligi bo'lgan element kesimlari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlanishlarini ifodalaydi.

Kesim yuzasi profilining yuqori nuqtalarida muvozanat va chegara shartlarini ta'minlash uchun normal kuchlanish σ ni quyidagicha approksimatsiyalash mumkin, ya'ni:

$$\sigma = A_0 + A_1 X + A_2 X^2 + A_3 X^3 \quad (12)$$

bu

yerda $A_i (i=0,1,2,3)$ – sonli koeffitsientlar bo'lib, X - o'pirilish yuzasini kordinatalarini ifodalaydigan

$$X = \frac{x - x_0}{x_n - x_0} \quad \text{o'zgaruvchi, ya'ni:} \quad (13)$$

bu yerda: x_0, x_n -o'zgarvas kattaliklar bo'lib, $x-(x_0, x_n]$ oralig'ida o'zgaruvchi kattalik.

Grunt massivining o'pirilish yuzasi parametrlarining ustuvorlikning qiymatlariga ta'siri :

Muvozanat va chegara shartlarini qanoatlantirishi uchun normal kuchlanish funksiyasi σ to'rtta parametrga ega bo'lishi lozim.

Ko'riladigan masalani yechishni soddalashtirish uchun ushbu funksiyani quyidagi polinom ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\sigma = A_0 + A_1 X + A_2 X^2 + A_3 X^3, \quad (13a)$$

bu yerda: A_0, A_1, A_2, A_3 haqiqiy sonli koeffitsiyentlar bo'lib, $X=(x-x_0)/(x_n-x_0)$ (13) ga asosan ixtiyoriy kuchlar ta'sirida bo'lgan ikkita chegaraviy nuqta $(x-x_0)$ va (x_n-x_0) orqali o'tuvchi funksiya koordinatalari bo'lib, bu nuqtalarda, $f_k=tg\varphi_k$, c_k -gruntning mustahkamligini ifodalovchi parametrlar (φ -ichki ishqalanish burchagi; c_k -grunt zarrachalarining bog'lanish koeffitsiyenti) eng katta qiymatga ega bo'ladi. Ushbu (13a) ifodani ma'lum soddalashtirishdan so'ng quyidagicha yozish mumkin:

$$\sigma = \sigma_0 + (\sigma_n - \sigma_0)X - A_2X(1-X) - A_3X(1-X^2), \quad (14)$$

bu yerdagi A_2 va A_3 koeffitsiyentlarning qiymatlari to'g'on tanasining o'pirilishini ifodalovchi muvozanat tenglamalaridan aniqlanadi. Kesib olingan bo'lakchanning chegaralarida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan normal kuchlanish σ_0 - σ_n qiymatlari o'pirilish tushgan jism profilining chetki kesimlarida favqulotda ta'sir natijasida hosil bo'lgan kuchlanishlar bo'lib, Kulon-Morning nazariyasi orqali aniqlanadi, ya'ni:

$$\sigma_0 = \frac{\gamma_{gr} h_0 (\sqrt{1 + f_k^2} - f_k) - c_k}{\sqrt{1 + f_k^2}},$$
$$\sigma_n = \frac{c_k}{\sqrt{1 + f_k^2}}, \quad (15)$$

Morning mustahkamlik sharti siljish maydoni funksiyasiga z' ham ma'lum cheklanishlarni qo'yishni talab qiladi, ya'ni:

$$z'(x_0) = z'_0 = tg\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right),$$
$$z(x_n) = z'_n = -tg\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right). \quad (16)$$
$$z'(x_n) = z'_n = -tg\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} - \beta\right), \quad \beta = arctg(1/m)$$

Shunday qilib, o'pirilish yuzasining profilini ifodalovchi z' funksiyasi chegaraviy shartning ikkita qiymati orqali aniqlanadi.

Muvozanat shartining uchunchi tenglamasi (11) dan foydalanib, tangensial τ_k kritik qiymatini yoki mustahkamlikning bitta parametri f_k ni berib, ikkinchisini c_k ni aniqlash imkoniyatiga ega bo‘lamiz.

Agar to‘g‘onda dinamik ta’sir yoki zilzila jarayonida biron-bir shikastlanish sodir bo‘lsa u holda paydo bo‘lgan yoriqning chuqurligi h_0 quyidagi intervalda bo‘ladi deb qabul qilinadi:

$$\frac{c_k}{\gamma_{gr}}(\sqrt{1+f_k^2} + f_k) \leq h_0 \leq \frac{2c_k}{\gamma_{gr}}(\sqrt{1+f_k^2} + f_k), \quad (17)$$

Ushbu munosabatni soddalashtirib quyidagi ko‘rinishda ham olish mumkin:

$$h_0 = a \frac{c_k}{\gamma_{gr}}(\sqrt{1+f_k^2} + f_k), \quad (17^*)$$

bu yerda $a \in [1; 2]$ -raqamli koeffitsiyent.

Ushbu usuldan foydalanib, 1a –rasmda ko‘rsatilgan grunt qiyaligining profili uchun mustahkamlik bo‘yicha kritik parametrlarning o‘zaro bog‘liqlik grafigini olamiz (2-rasm).

Ushbu grafikni olishda bir jinsli Ayoqchi to‘g‘oni uchun quyidagi parametrlardan foydalaniladi: $\gamma_{gr}=17\text{kN/m}^3$, $H=66\text{ m}$, $m=2.5$.

2-rasmda keltirilgan natijalar o‘pirilish yuzalarining turli profillari uchun qurilgan, ya’ni:-aylanana uchun

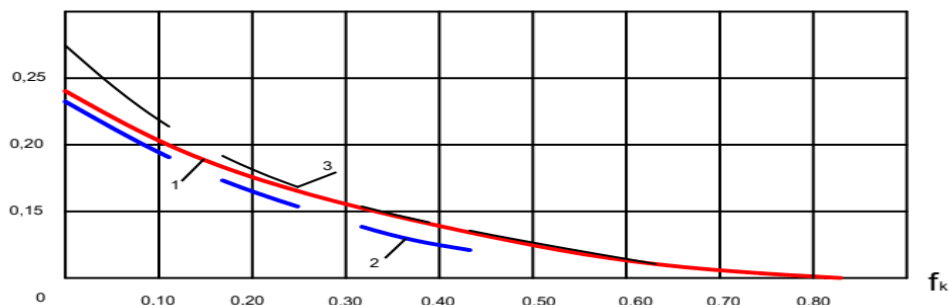
$$z = z_c + \sqrt{r^2 - (x - x_c)^2}, \quad (18)$$

bu yerda. x_c , z_c , r -markaz va aylana koordinatalari
-parabola uchun

$$z = z_0 + \left[z'_0 X - \frac{z'_0 - z'_n}{2} X^2 \right] (x_n - x_0), \quad (19)$$

-uchinchi darajali polinom uchun

$$z = z_0 + \left[z'_0 X + \left(3 \frac{z_n - z_0}{x_n - x_0} - 2z'_0 - z'_n \right) X^2 + \left(z'_0 + z'_n - 2 \frac{z_n - z_0}{x_n - x_0} \right) X^3 \right] (x_n - x_0), \quad (20)$$



2-rasm. Turli o‘pirilish yuzasi profili uchun gruntning mustahkamlik parametrlarini o‘zgarish grafiklari

Olingan natijalarning taxlilidan ko‘rinadiki, o‘zaro kuchsiz bog‘langan gruntlar uchun ($f_k > 0,64$) o‘pirilish profili aylana (1) yoki uchinchi darajali polinom (3) ko‘rinishida bo‘lsa bog‘lanish koeffitsiyent c_k inig qiymatlar ikkala profil uchun ham taxminan bir xil bo‘lar ekan. O‘zaro mustahkam bog‘langan gruntlar uchun o‘pirilish profili uchinchi darajali profil ko‘rinishida bo‘lsa (3), bu juda xavfli o‘pirilishga moyil bo‘lgan profil bo‘lishi mumkin ekan. O‘pirilish profili parabola (2) ko‘rinishida bo‘lsa, bu to‘g‘on qiyaligi uchun ustivorlikni eng yaxshi taminlashga olib kelishi mumkin ekanligini olingan natijalar ko‘rsatdi (faqat gruntning ba‘zi qiymatlarida ($f_k < 0,27$)).

Olingan natijalar ko‘rsatdiki, o‘zaro mustahkam bog‘langan gruntlar uchun to‘g‘on qiyaligidagi o‘pirilish profilining formasi to‘g‘onning ustivorligini ta‘minlashda katta rol o‘ynaydi.

To‘g‘on qiyaligi mustahkamlik parametrining kritik qiymatlari (f_k, c_k) turli bog‘lanishga ega bo‘lgan gruntlar uchun qiyalikning o‘pirilish profili yuzasiga bog‘lik holda baholandi.

Faydalanilgan adabiyotlar

1. Suyunov A.Sh “Grunt to‘g‘on yadrosini ratsional qiyaligini grafiklar va jadvallar yordamida aniqlash” *Agro ilm – O‘zbekiston qishloq va suv xo‘jaligi*, 2021 №2, 83.
2. Suyunov A.Sh “Grunt to‘g‘on qiyaligining barqarorligini baholashning eng keng tarqalgan usullarini tahlil qilish” *Agro ilm – O‘zbekiston qishloq va suv xo‘jaligi*, 2022 №3, 69-70.



International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences

Hosted online from New York, USA

Website: econfseries.com

2nd December, 2025

3. Suyunov A.Sh “Устойчивость откосов плотин” *Agro ilm – O‘zbekiston qishloq va suv xo‘jaligi*, 2023 №5, 83-86.
4. Almardonov O.M, Suyunov A.Sh “Эластик муҳит учун эгри чизиқли штамп масаласининг ечимларини асослаш” *Innovatsion texnologiyalar Respublika ilmiy jurnali*, Maxsus son 2, 2022
5. Xasanov B.B, Vafoyeva O.S, Suyunov A.Sh “Грунтли тўфон грунтини зичлашда сув сарфини аниқлаш усули” the modern problems of agriculture and water resources XV – traditional Republic scientific practical conference of youngscientists, master students and talented students under the topicю
6. Suyunov A.Sh “Gruntning dinamik yuk ta'sirida o‘zgarishlari” *Suv resurslaridan samarali foydalanish: muammo va yechimlar Respublika konfrensiya*, 2022, 201-202.
7. Suyunov A.Sh “Ground dam slope stability assessment” *World Bulletin of Social Sciences (WBSS)* Available Online at: <https://www.scholarexpress.net> Vol. 25, August 2023 ISSN: 2749-361X.
8. Suyunov A.Sh “Grunt to‘g‘on qiyaligi ustuvorligi masalasini analitik yechish” *World scientific research journal*, Volume-37_Issue-1_March-2025, <https://scientific-jl.com/wsrj>.