

УДК 711

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОДПОРНЫХ
СТЕН НА ТЕРРИТОРИИ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА**

Анаев А. М., Кошевой А. И.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

arsen1995arsen@yandex.ru
ox.oxo@ya.ru

На основании комплексной оценки выявлены наиболее эффективные территории для градостроительного освоения, в том числе с точки зрения ландшафтного проектирования. Проведен анализ территории историко-культурного заповедника «Анакопия». Предложены модели железобетонных подпорных стен на территории многофункционального парка.

Ключевые слова: железобетонные подпорные стены, устойчивость, расчет, нагрузка, историко-культурный заповедник, многофункциональный парк, ландшафтное проектирование.

Введение. Представлена документация по проекту «Многофункциональный парк в ландшафте ущелья реки Псырца в Новоафонском историко-культурном заповеднике, Анакопия». Территория многофункционального парка запроектирована по индивидуальному проекту. Участок под проектирование многофункционального парка находится на территории Республики Абхазии в городе Новый Афон, расположенном в Гудаутском районе на восточном побережье Черного моря. Местность горная, рельеф с перепадами, преобладает влажный субтропический климат.

Так как проектирование происходит на территории, находящейся в горной местности, рельеф с перепадами. Поэтому ставится задача расчета подпорной стены. Подпорная стена — конструкция, удерживающая от обрушения находящийся за ней массив грунта и воспринимающая расположенные на его поверхности нагрузки.

Основной целью данной статьи являлось проведение расчета подпорных стен, а также выявление динамики развития реставрационных работ на территории города Новый Афон.

Основная часть.

Задача. Необходимо усилить верхнюю полосу давления от осыпания грунта с помощью устройства шпунтовой стенки.

Расчет шпунтовой стенки

Дано: плотность грунта $\gamma_0 = 1875 \text{ кг/м}^3 = 1,8 \text{ гт/м}^3$;

$\varphi = 30^\circ$ — угол внутреннего трения; λ_a — коэффициент активного давления; λ_n — коэффициент пассивного давления; $\lambda_a = \text{tg}^2(45^\circ - 30^\circ / 2) = 0,33$; $\lambda_n = \text{tg}^2(45^\circ + 30^\circ / 2) = 3,00$.

УДК 711

**DEVELOPMENT OF A MODEL OF
REINFORCED CONCRETE RETAINING
WALLS IN THE TERRITORY OF A
MULTIFUNCTIONAL PARK**

Arayev A.M., Koshevoy A.I.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

arsen1995arsen@yandex.ru
ox.oxo@ya.ru

Based on a comprehensive assessment the most effective urban areas for development, including landscape designing are found. The paper provides the analysis of territories of historical and cultural reserve "Anacopia". It proposes models of reinforced concrete retaining walls in the territory of the multifunctional park.

Keywords: reinforced concrete retaining walls, stability, calculation, load, historical and cultural reserve, multifunctional park, landscape design.

Определяем значение λ :

$$\lambda = 3,0 - 0,33 = 2,67$$

Находим силу давления Q :

$$Q_1 = \frac{\gamma_0 \times H_1^2}{2} \times \lambda_a = \frac{1,8 \times 6,7^2}{2} \times 0,33 = 13,3$$

$$Q_2 = \gamma_0 \times H_1 \times Z_c \times \lambda_a = 1,8 \times 6,7 \times 5,36 \times 0,33 = 9,4 \text{ т/м,}$$

$$\text{где } Z_c = 0,8 \times 6,7 = 5,6$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 13,3 + 9,4 = 22,7 \text{ т/м}$$

$$q_{\text{пр}} = \gamma_0 \times [(H_1 + H_2) \times \lambda_n - H_2 \times \lambda_a] = 1,8 \times [(6,7 + 5) \times 3 - 6,7 \times 0,33] = 32,8 \text{ т/м}^2$$

$$q = \frac{(\gamma_0 - \lambda H_2^2 - 2Q)^2}{\gamma_0 \lambda H_2^3 - 6Q_1 \left(\frac{H_1}{3} + H_2\right) - 6Q_2 \left(H_2 - \frac{Z_c}{2}\right)} - \gamma \lambda H_2 =$$

$$= \frac{(1,8 \times 2,67^2 - 2 \times 22,7)^2}{1,8 \times 2,67 \times 5^3 - 6 \times 13,3 \left(\frac{6,7}{3} + 5\right) - 6 \times 9,4 \left(6,7 - \frac{5,6}{2}\right)} - 1,8 \times 2,67 \times 6,7$$

$$q_{\text{пр}} = 32,8 \text{ т/м}^2 > q = 30,3 \text{ т/м}^2$$

Условие выполняется: $q_{\text{пр}} > q$.

Определяем прочность шпунта.

Требуемая толщина шпунта находится расчетом на изгиб по максимальному изгибающему моменту, действующему в сечении Z_0 :

$$M_{\text{max}} = Q_1 \times \left(\frac{H_1}{3} + Z_0 + \frac{Z_0^2}{H_1}\right) - \frac{1}{6} \times \gamma_0 \times \lambda = 13,3 \times \left(\frac{6,7}{3} + 0,34 + \frac{3,75^2}{6,7}\right) - 0,16 \times 1,8 \times 2,67 = 59,5 \text{ т/м,}$$

где

$$Z_0 = H \times \frac{\lambda_a}{\lambda} \left(1 + \sqrt{\lambda_a / \lambda}\right) = 8 \times \frac{0,33}{2,67} \left(1 + \sqrt{0,33 / 2,67}\right) = 0,34.$$

Определяем момент сопротивления:

$$W = \frac{M}{m \times R_{\text{см}^2}} = \frac{59,5 \times 1000 \times 100}{0,9 \times 2100} = 3148 \text{ см}^3.$$

По сортаменту находим тип шпунта, близкий к полученному значению. Таким типом является шпунт «Ларсен» — Л-V с моментом сопротивления $W = 3200 \text{ см}^3$.

Толщина металлической стенки — 10 мм.

H_2 — глубина погружения стенки 5 м по расчету.

Расчет подпорной стены

1. Давление на стенку — пешеходная нагрузка $\approx 0,5 \text{ т/м}^2$. Переводим пешеходную нагрузку $0,5 \text{ т/м}^2$ в эквивалентный слой грунта:

$$P = 1,0 \times h_0 \times \gamma = 1,0 \times 0,55 \times 1800 = 990 \text{ кг/м}^2,$$

где $h_0 = P / \gamma_0 = 1000 \text{ кг/м}^2 / 1800 = 0,52 \text{ м}$ (высота эквивалентного слоя), γ — плотность грунта кг/м^3 , P — полезная нагрузка, кг (пешеходная нагрузка).

$$3,3 \text{ м} + 0,52 \text{ м} = 3,82 \text{ м} \text{ (высота от нуля до } 3,3 \text{ м} + 0,52 \text{ м)}$$

E_0 (модуль общей деформации) = $0,5 \times \gamma \times H^2 = 0,5 \times 1800 \times 4^2 = 14400 \text{ кг}$.

2. Находим опрокидывающий момент:

$$M_0 = -E_0 \times (H/3) = -14400 \times (4/3) = 18\,720 \text{ кг/м}$$

3. Определяем удерживающий момент:

$$P_1 = 1,5 \times 1 \times 4 \times 2\,500 \text{ кг/м}^3 = 15\,000 \text{ кг}$$

$$P_2 = 1,0 \times 3,5 \times 2\,500 \text{ кг/м}^3 = 8\,750 \text{ кг}$$

$$P = P_1 + P_2 = 15\,000 \text{ кг} + 8\,750 \text{ кг} = 23\,750 \text{ кг}$$

$$M_y = \eta \times P = 0,8 \times 23\,750 \text{ кг} = 19\,000 \text{ кг/м},$$

где η — сила сцепления, P_1 и P_2 — вес стены и плиты.

4. Сдвиг по подошве плиты:

$$E_1 = E_0 \times d = 14\,400 \text{ кг/м},$$

где d — высота плиты.

$$T = \varphi \times P_1 + P_2 = 0,6 \times 15\,000 + 8\,750 = 17\,750 \text{ кг},$$

где T — сопротивление грунта сдвигу, φ — коэффициент трения.

$$E = E_1 + T = 14\,400 + 8\,750 = 23\,150 \text{ кг},$$

где E — давление грунта на стенку, E_1 — давление грунта на верхнюю часть стенки.

$$M_0 = 18\,750 \text{ кг/м}; M_y = 19\,000 \text{ кг/м}.$$

Опрокидывающий момент меньше удерживающего момента.

Коэффициент запаса на опрокидывание: $K_3 = 19\,000 / 18\,720 = 1,0$.

$E_1 = 14\,400 \text{ кг/м}$, $E = 23\,150 \text{ кг}$.

Сдвигающая сила меньше удерживающей силы.

Коэффициент запаса сдвига: $K_3 = 23\,150 / 14\,400 = 1,6$.

5. Определяем среднее давление под подошвой плиты:

$$P_{\text{ср}} = \frac{N}{A} = \frac{P_1 + P_2 + M_0}{3,5 \text{ м}^2} = \frac{15\,000 - 8\,750}{3,5} = 6\,614,2 \text{ кг/м}^2 = 0,066 \text{ кг/см}^2$$

$R_0 = 1 \text{ кг/см}^2 > P_{\text{ср}} = 0,066 \text{ кг/см}^2$, $R_0 = 1 \text{ кг/см}^2$ — расчетное сопротивление грунта (из отчета инженерных изысканий).

Заключение. В результате комплекса расчетов для подпорных стен выявлена необходимость их использования на данной горной местности. Возможно создание смыслового акцента как в функциональном, так и в ландшафтном плане в важном для государства месте — на территории историко-культурного заповедника «Анакопия».

Библиографический список

1. СНБ 5.01.01-99. Пособие П17-02. Проектирование и устройство подпорных стен и креплений котлованов [Электронный ресурс] / Гост-СНиП. — Режим доступа : http://gost-nip.su/document/snb_50101_99_posobie_p17_02_proektirovanie_i_ustroystvo_podpornih_sten (дата обращения : 12.03.2019).

2. Новый Афон. Абхазия. [Электронный ресурс] / AbhaziaPro. Все про Абхазию. — Режим доступа : <https://abhazipro.ru/novuj-afon-abhazija-istorija/> (дата обращения : 01.03.2019).

3. СНиП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/871001029> (дата обращения : 14.03.2019).