

Рахманов Бурибай, профессор кафедры «Геологии и гидрометеорологии»

Мирсаитова Нилуфар, Нормаматов Зиё, Амиркулов Маматкул,

преподаватели кафедры «Геологии и гидрометеорологии»,

Самаркандского государственного университета.

г. Самарканд. Узбекистан.

**РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ
ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ, СОСТАВА И СВОЙСТВ ЗАСОЛЕННЫХ
ГРУНТОВ ПРИ УВЛАЖНЕНИИ И ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ**

Аннотация: Научная статья посвящена определению расчетного сопротивления грунта при засоленности. Рассмотрено на примере почвы КАЭС (Крымской атомной электростанции). Свойства прочности засоленных грунтов должны определяться в трех случаях: во-первых, в естественном состоянии, во-вторых, при насыщении водой, в-третьих, после полного отмывания от солей. При расчете деформации почв в соответствии со строительными нормами и правилами среднее давление в почве – P не должно превышать ее расчетное сопротивление R . Полученные результаты показывают, что при полном увлажнении и выщелачивании засоленных грунтов расчетное сопротивление в 1,36-1,48 раза превышает расчетное сопротивление грунтов в их естественном состоянии влажности. В этих же условиях дополнительная осадка почвы повышается в 1,0-1,5 раза.

В связи с этим, при инженерных расчетах рекомендуется рассмотреть долгосрочную фильтрацию, ведущую к полному увлажнению или суффозной осадке грунтовых почв в соответствие со строительными требованиями и правилами согласно режимам эксплуатации здания (сухом или влажном).

Ключевые слова: нагрузка на грунт, просадка, солесодержание, деформация, прочность, смачивание, вымывание, водонасыщенность,

удельное сцепление, засоленность, затопление, сопротивление грунта, песчаный песок, глина, осадка фундамента, фильтрация воды.

***Rakhmanov Buribay**, Professor of the Department of Geology and
Hydrometeorology*

***Mirsaitova Nilufar, Normamatov Ziyoy, Amirkulov Mamatkul**, teachers of
the Department of Geology and Hydrometeorology,
Samarkand State University. Samarkand. Uzbekistan.*

RECOMMENDATIONS AND SUGGESTIONS OF STUDYING THE CHANGES OF STRUCTURE, COMPOSITION AND PROPERTIES OF SALINE SOILS DURING HUMIDIFICATION AND LEACHING

***Abstract:** The scientific article is devoted to the determination of the calculated soil resistance in salinity.. Considered using the example of soil from the CNPP (Crimean Nuclear Power Plant). The strength properties of saline soils should be determined in three cases: firstly, in their natural state, secondly, when saturated with water, and thirdly, after complete washing of salts. When calculating soil deformation in accordance with building codes and regulations, the average pressure in the soil - P should not exceed its calculated resistance R . The results obtained show that with complete humidification and leaching of saline soils, the calculated resistance is 1.36-1.48 times higher than the calculated resistance of soils in their natural moisture state. Under the same conditions, the additional soil sediment increases by 1.0-1.5 times.*

In this regard, in engineering calculations, it is recommended to consider long-term filtration leading to complete humidification or suffusion of groundwater in accordance with building requirements and rules according to the modes of operation of the building (dry or wet).

***Key words:** soil load, subsidence, salinity, deformation, strength, wetting, leaching, water saturation, specific adhesion, salinity, flooding, soil resistance, sandy sand, clay, foundation sediment, water filtration.*

Введение. В процессе проведения геологических изысканий на строительной площадке и эксплуатации здания на грунт появляется нагрузка, вызывающая его уплотнение. Смещение слоев грунта вызывает проседание, что может вызвать деформацию и нарушить устойчивость конструкции. Для расчета площади фундаментного фундамента, оценки прочности и надежности фундамента специалисты определяют расчетное сопротивление грунта, которое зависит от свойств грунта и ширины будущего фундамента.

Для определения деформационно-прочностных свойств засоленных грунтов по этой методике необходимо определить плотность, дисперсность, содержание микроагрегатов и солей, водопроницаемость грунтов, относительные величины просадочного и суффuzionного сжатия, удельного сцепления и внутреннего угла. с трением, водонасыщением и промывкой в естественном состоянии плотности-влажности.

Основная часть. При расчете фундамента по деформациям необходимо соблюдать условия, чтобы среднее давление на фундамента не превышало расчетного сопротивления R на R . Расчетное давление определяется исходя из решения вопросов, связанных с напряженным состоянием фундамента. ограничение глубины разработки пластических зон под краями жесткого фундамента до 25-кратной ширины фундамента.

Толщина слоя грунта, при которой допускаются максимальные прочностные напряжения, ограничивается определенной глубиной, а для определения расчетного сопротивления используются прочностные свойства слоя грунта непосредственно под фундаментом.

При смачивании фундамента, состоящего из засоленных грунтов, расчетное сопротивление необходимо определять, используя параметры прочности грунта непосредственно под фундаментом, в полностью насыщенном состоянии. В случае затопления фундамента и длительной фильтрации воды при определении расчетного сопротивления необходимо

использовать показатели прочности грунта основания в случае его полного размывания.

Расчётное сопротивление грунта основания определяются по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_y k_z b \gamma_{,,} + M_q (d_1 + d_b) \gamma'_{,,} - db \gamma'_{,,} - M_c C_{,,}] \quad (1)$$

Где; γ_{c1} и γ_{c2} - коэффициенты условий работы, учитывающие особенности работы разных грунтов в основании фундаментов.

k - коэффициент, принимаемый $k=1$ - если прочностные характеристики грунта (φ и c) определены непосредственными испытаниями и $k=1,1$ - если они приняты по таблицам СН и П;

k_z - коэффициент, принимаемый $k_z=1$ при $b < 10$ м;

$k_z = \frac{z_0}{b+0,2}$ при $b \geq 10$ м (здесь $z_0=8$ м);

b - ширина подошвы фундамента, м;

$\gamma_{,,}$ и $\gamma'_{,,}$ - усредненные расчётное значение удельного веса грунтов, залегающих соответственно ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учётом взвешивающего действия воды) и выше подошвы, kN / m^3 ;

$C_{,,}$ - расчётные значение удельного сцепление грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, непосредственно под подошвой фундамента, $kПа$;

d_b - глубина подвала - расстояние от уровня планировки до пола подвала, м (для сооружений с подвалом шириной $b \leq 20$ м и глубиной более 2м принимается $d_b=2$ м, при ширине подвала $b > 20$ м принимается $d_b=0$ м);

M_y, M_q, M_c - безразмерные коэффициенты, принимаемые по СН и Пд;

d_1 - глубина заложения фундаментов без подвальных сооружений или приведенная глубина заложение наружных и внутренних фундаментов от пола подвала.

При фильтрации воды через фундаменты сооружений, состоящих из засоленных грунтов, происходит растворение и вынос солей с образованием трех зон по направлению фильтрационного потока:

I зона – полное опреснение практически без солей;

зона II – частичное опреснение, где происходит полное насыщение водой и частичное растворение и удаление легкорастворимых солей;

Зона III – незасоленная почва, за счет фильтрации насыщенного раствора через эту зону растворение солей не происходит.

Расчетные значения удельного веса грунта сверху (γ'_s) и снизу (γ'_n) в условиях длительного затопления или длительной фильтрации воды через фундамент. Фундамент следует определять в соответствии с инструкциями СН и П 2.02.01 - 83. Коэффициент условий эксплуатации основных грунтов γ_{c1} равен 1,1, рекомендуется получать коэффициент эксплуатации при взаимодействии здания и сооружения с фундаментом. γ_{c2} принимается равным 1. Коэффициент надежности k принимается равным 1.

Рассмотрим пример расчета для оценки снижения расчетного сопротивления фундамента из-за намокания воды и длительной фильтрации:

I. Дан фундамент с размером $\lambda=b=1.5$ м и глубиной заложения $d_1=1.6$ м. Основание сложена засоленными суглинками. Удельные веса грунтов под подошвой фундамента и выше подошвы фундаментов в состоянии естественной плотности – влажности равны 15.6, а водонасыщенного равны $\gamma_s=\gamma'_s=17.4 \text{ kN/m}^3$ и в процессе выщелачивания не меняется $d_b=2$ м. Ранее определили, что $\gamma_{c1}=1.1$; $\gamma_{c2}=1$; $k=1$; $k_z=1$;

1. Определяем расчётное сопротивление грунта в основание естественной плотности – влажности. В результате опытов получаем угол внутреннего трения $\varphi=26^\circ$, удельные сцепление $C_s=80 \text{ kПа}$. Исходя из $\varphi=26^\circ$ по табл.4 определяем безразмерные коэффициенты $M_\gamma=0.84$; $M_q=4.37$; $M_c=6.9$

; после чего вычисляем расчётное сопротивление грунта по формуле (1).
 $R=230.90 \text{ kПа}$;

2. При определении расчётного сопротивления при замачивании основания опыты проводим с образцами грунта в водонасыщенном состоянии и при этом получаем угол внутреннего трения $\varphi=22^\circ$ и удельное сцепление $C=5 \text{ kПа}$. Исходя из значения $\varphi=22^\circ$ по табл.4 определяем безразмерные коэффициенты $M_\gamma=0.61$; $M_q=3.44$; $M_c=6.04$; после чего вычисляем расчётное сопротивление грунта R по формуле (1)

$$R=188.9 \text{ kПа};$$

3. Определение расчётного сопротивления в условиях длительной фильтрации воды вычисляем после определения, прочностных параметров грунта после выщелачивания $\gamma'_{,,}=17.4 \text{ kN/m}^3$; $C=3 \text{ kПа}$; $\varphi=20^\circ$;

$$M_\gamma=0.51; M_q=3.06; M_c=5.66; R=172.16 \text{ kПа}.$$

II. Основание сложены засоленными супесями, размер фундамента $l=b=1.5 \text{ м}$, глубина заложения $d_1=1.6$. Удельный вес грунта в состоянии естественной плотности – влажности $16,9 \text{ kN/m}^3$, а водонасыщенного и выщелоченного $\gamma_{,,}=\gamma'_{,,}=18.2 \text{ kN/m}^3$. $d_b=2 \text{ м}$; коэффициенты $\gamma_{c1}=1,1$; $\gamma_{c2}=1$; $k=1$; $k_z=1$;

1. Грунт естественной плотности – влажности $\varphi=24^\circ$; $C=12 \text{ kПа}$;
 $M_\gamma=0,72$; $M_q=3,87$; $M_c=6,48$; $R=163,35 \text{ kПа}$;

2.. Грунт водонасыщенный $\varphi=18^\circ$; $C=9 \text{ kПа}$; $M_\gamma=0,43$; $M_q=2,72$; $M_c=5,31$;
 $R=120,67 \text{ kПа}$;

3.. Грунт выщелоченный $\varphi=16^\circ$; $C=7 \text{ kПа}$; $M_\gamma=0,36$; $M_q=2,43$; $M_c=5,0$;
 $R=110,9 \text{ kПа}$;

III. Основание сложено засоленными глинами. Размер фундамента $l=b=1.5 \text{ м}$, глубина заложения $d_1=1.6$. Удельный вес грунта в состоянии естественной плотности – влажности $16,7 \text{ kN/m}^3$, а водонасыщенного и выщелоченного $\gamma_{,,}=\gamma'_{,,}=17.2 \text{ kN/m}^3$. $d_b=2 \text{ м}$; коэффициенты $\gamma_{c1}=1,1$; $\gamma_{c2}=1$; $k=1$; $k_z=1$;

1. Грунт естественной плотности – влажности $\varphi=26^\circ$; $C=24\text{ k Па}$; $M_\gamma=0,84$; $M_q=4,37$; $M_c=6,9$, $R=93,21\text{ k Па}$;
2. Грунт водонасыщенный $\varphi=22^\circ$; $C=18\text{ k Па}$; $M_\gamma=0,61$; $M_q=3,44$; $M_c=6,04$; $R=85,6\text{ k Па}$;
3. Грунт выщелоченный $\varphi=18^\circ$; $C=14\text{ k Па}$; $M_\gamma=0,43$; $M_q=2,72$; $M_c=5,31$; $R=77,84\text{ k Па}$;

Полученные результаты показывают, что расчётное сопротивление грунтов основания, сложенного, например, засоленными супесями после полного водонасыщения снижается существенно в 1,36-1,48 раза по сравнению с расчётным сопротивлением грунта естественной плотности – влажности.

Таким образом, экспериментально получены значения расчётного сопротивления и коэффициенты снижения расчётного сопротивления для разных типов засоленных грунтов основания в состоянии естественной плотности – влажности, при водонасыщении и при выщелачивании были определены по единой методике и сведены в табл.1

Таблица 1

Значение расчётного сопротивления грунтов основания (R_1, R_2, R_3) и коэффициентов снижения расчётного сопротивления (K_1, K_2, K_3)

Тип грунта	Состояния грунта			Коэффициенты		
	Естест. $R_1, \text{ k Па}$	Водоно с. $R_2, \text{ k Па}$	Выщел .% $R_3, \text{ k Па}$	K_1	K_2	K_3
Супеси	163,35	120,67	110,9	0,67	0,74	0,92
Суглинки	230,9	188,9	172,16	0,75	0,82	0,91
Глины	93,21	85,6	77,84	0,84	0,9	0,93

$$K_1 = \frac{R_{выщ}}{R_{ест.}}, K_2 = \frac{R_{вод.}}{R_{ест.}}, K_3 = \frac{R_{выщ}}{R_{вод.}} \quad (2)$$

Где $R_{ест.}, R_{вод.}, R_{выщ}$ – расчётные сопротивления грунта соответственно в состоянии естественной плотности – влажности после водонасыщения и выщелачивания.

Расчёт осадок фундаментов, возводимых на основаниях, сложенных засолёнными грунтами

Расчёт дополнительных осадок следует определить по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{sf,i} \cdot h_i + \sum_{i=1}^m \varepsilon_{sef,i} \cdot h_i + \sum_{i=1}^y \varepsilon_{se,i} \cdot h_i \cdot K_{se,i} \quad (3)$$

где S – полная дополнительная осадка основания, см;

$\varepsilon_{sf,i}$ – относительное суффозионное сжатие, в результате выщелачивания всех типов солей;

$\varepsilon_{sef,i}$ – относительное суффозионное сжатие в результате выщелачивания легкорастворимых солей;

$\varepsilon_{se,i}$ – относительная просадочность грунтов;

h_i – толщина i -го слоя грунта, см;

n, m, y – число элементарных слоев, на которые разбиты толщи (грунтовые слои) рассматриваемого сечения;

$K_{se,i}$ – коэффициент условий работы основания вычисляемый при $b < 3m$ по формуле

$$K_{se,i} = \frac{0,5 - 1,5(P - P_{se,i})}{P_0}$$

Где: P – начальное просадочное давление, $k \text{ Па}$;

P_0 – давления, равно $100k \text{ Па}$.

В результате расчётов дополнительной осадки фундамента получили следующие данные:

1. При известной конечной влажности поле и конечном содержании солей $S = 17,5 \text{ см}$;
2. При «сухом» режиме $S = 21,06 \text{ см}$;

3. При «мокроем» режиме $S=32,81$ см;

В общем случае прогнозировать детально, какая часть основания будет подвержена лишь увлажнению, а какая длительной фильтрации, сложно. По этому в инженерных расчётах рекомендуется, в зависимости от режима эксплуатации зданий («сухой» или «мокрой») в соответствии с требованиями СН и П 2.02.01-83 рассматривать либо полное увлажнение грунтов основания, что приводит к просадке, либо длительную фильтрацию, что приводит к суффозионной осадке.

Выводы

1. Определение расчётных характеристик засоленных грунтов рекомендуется вести по трём схемам:

- грунт в состоянии природной плотности-влажности;
- грунт в состоянии полного водонасыщения;
- грунт в состоянии полной выщелоченности.

2. Изменение деформационных и прочностных характеристик грунта рекомендуется определять с помощью предложенных коэффициентов и зависимостей с учётом физико-химических свойств грунта.

3. Условное расчётное сопротивление грунта может снижаться в 1,36-1,48 раз при учёте длительной фильтрации воды. При этих же условиях дополнительная осадка фундамента увеличивается в 1,0-1,5 раза.

Список литературы

1. Абелев. Ю.М., Абелев. М.Ю. «Основы проектирования просадочных макropористых грунтах.» М. Стройиздат. 271 стр.

2. Абелев. М.Ю., Джумашев У.Г. «Строительство на засоленных грунтах.» М. 1978. 46 стр.

3. Былова В.С. «О распространении и просадочности лёссовых пород.» М. 196 стр.

4. *«Изменение свойств грунтов под влиянием природных и антропогенных воздействий» (ст. науч. тр) Ред. Р.С. Зиангирова. М. Стройиздат. 1981.*

5. *Крутов В.И. «Основания и фундаменты на просадочных грунтах.» Киев., Будивельник, 1982. 224 стр.*

6. *Куликова З.В. «Формирование инженерно-геологических особенностей загипсованных пород аридной зоны.» Автореферат дисс. канд. геол-мин наук М., 1983. 25 стр.*

7. *Петрухин В.П., Альперович С.В. «Деформируемость оснований, сложенных загипсованными грунтами при горизонтальной фильтрации воды.» Тр. НИИОСП вык. 77-84. 1988. 3-10 стр.*

8. *Рахманов Б. «Закономерности изменения физико-механических свойств засоленных пылевато-глинистых грунтов при замачивании и выщелачивании.» Автореферат дисс. канд. тех. наук Москва, 1991.*

9. *Rakhmanov B., Safarova M. «Moisture of grounds and laws of change in physical and mechanical properties under the influence of water. » (On the example of highly sedimentary and saline grounds). Monograph. – Samarkand. Publication of SamSU. 2021. – 152 pages.*