

2015. № 2. URL. www.science-education.ru/ru/article/view?id=21016 (data obrashcheniya: 20.04.2017).

18. Shishkina E.E., Gorokhovskii A.G. Optimization of the structure and values of the parameters of convective drying modes of lumber in terms of efficiency and quality // Izvestia SPbLTA . 2015. Вып. 213. P. 232-241.

19. Kollmann F. Technologiedes des Holzes und der Holzwerkstoffe, 2 Auflage, Bd. 1, Berlin / Göttingen / Heidelberg, 1951. 502 p.

20. Ammer U. Untersuchungen über die sorption pilzbefallenen Holzes. Berlin, Holz as Roh - und Werkstoff 21 (1963). 12. P. 469-470.

21. Loos W. Gamma ray absorption and moisture content and density // Forest Prod. J. 1961. Vol. 2, № 3. P. 145.

УДК 624.139.26

DOI: 10.18324/2077-5415-2017-2-138-142

Расчет буронабивной сваи с уширением в климатических условиях Сибири

С.П. Холодов

Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 79, Красноярск, Россия
holodovsp@mail.ru

Статья поступила 11.04.2017, принята 10.05.2017

В климатических условиях Сибири свайные фундаменты работают под воздействием сил морозного пучения, поэтому длину свай принято принимать с учетом анкеровки. Однако при строительстве легких зданий несущая способность таких фундаментов используется не более чем на 30–40 %, и большая часть средств расходуется нерационально. В статье рассматриваются конструкции свай, требующие минимальных затрат при строительстве в этих условиях — буронабивные сваи с уширением. При наличии сил пучения нижняя часть сваи является анкером и обеспечивает устойчивость на выдергивание. Расчет оптимальных параметров таких свай выполняется в следующем порядке: определяются требуемая несущая способность F_d и диаметр d сваи, величина действующих касательных сил пучения и параметры анкера — величина заделки сваи в непромерзающий грунт L_A и диаметр уширения D , выполняется расчет арматуры сваи на растяжение, определяется несущая способность F_d сваи с уширением. Из расчетов видно, что вариант буронабивной сваи с уширением в сравнении с обычной уменьшает объем бетона на изготовление сваи, а, следовательно, и стоимость на 44 % (почти в 2 раза). При этом свая использует запас несущей способности на 72 %.

Ключевые слова: свайные фундаменты; большая глубина промерзания; малые нагрузки; буронабивные сваи с уширением.

Calculation of a bored pile with broadening in the Siberian climatic conditions

S.P. Cholodov

Siberian Federal University; 79, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, Russia
holodovsp@mail.ru

Received 11.04.2017, accepted 10.05.2017

In the climatic conditions of Siberia, pile foundations work under the influence of frost heave. Therefore, the length of the piles is accepted taking into account anchoring. However, in the construction of light buildings the bearing capacity of such foundations is used no more than 30-40%, and most of the funds are spent inefficiently. The article deals with the construction of piles, which ensure minimum costs for construction under these conditions - bored piles with broadening. With a lot of swelling, the lower part of the pile is an anchor and provides resistance to pulling. The calculation of the optimal parameters of such piles is performed in the following order: the required bearing capacity F_d and pile diameter d are determined, the effective tangential forces of frost heaving and anchor parameters, namely, the pile fixing value in non-freezing soil L_A and broadening diameter D are estimated, the pile reinforcement for tension and pile load-bearing capacity F_d with the broadening are calculated. It can be seen from the calculations that the version of the bored pile with broadening in comparison with the conventional one reduces the volume of concrete for pile manufacturing (and, consequently, the cost) by 44% (almost 2 times). In this case, the pile uses bearing capacity of 72%.

Keywords: pile foundations; great depth of freezing; low loads; bored piles with broadening.

Состояние вопроса. В климатических условиях Сибири свайные фундаменты работают под воздействием сил морозного пучения [1–4], поэтому длину свай принято принимать с учетом анкерности (с острием много ниже глубины промерзания d_f) [5]. Однако при строительстве легких зданий (1–3 этажа) несущая способность таких фундаментов используется не более чем на 30–40 %, и большая часть средств расходуется впустую.

В статье рассматриваются конструкции свай, требующие минимальных затрат при строительстве в этих условиях — буронабивные сваи с уширением [6]. При наличии сил пучения нижняя часть сваи выполняет роль анкера и обеспечивает устойчивость на выдергивание.

Расчет таких свай для определения оптимальных параметров анкера выполняется в следующем порядке:

1. Определяется требуемая несущая способность F_d и диаметр d сваи.
2. Определяется величина действующих касательных сил пучения.
3. Определяются величина заделки сваи в непромерзающий грунт и диаметр уширения.
4. Выполняется расчет арматуры сваи на растяжение.
5. Определяется несущая способность F_d сваи с уширением.
6. Выбирается вариант, исключаящий перерасход материала.

Определим минимальную длину сваи из условия устойчивости против сил пучения.

Расчет ведем для наиболее распространенных грунтов. В нашем случае грунт представлен суглинками тугопластичными. Физические характеристики грунта следующие: $W_p = 0,11$; $W_l = 0,20$; $W = 0,14$; $J_p = 0,09$; $J_l = 0,3$; $\rho_d = 1,55 \text{ т/м}^3$; $\rho_s = 2,71 \text{ т/м}^3$; $e = 0,75$; $S_r = 0,51$. По [7–9] $R_f = 0,50 \cdot 10^{-3}$, грунт среднепучинистый $\varepsilon_{fn} = 0,05$. Подземные воды до глубины 6,0 м не встречаются. Глубина промерзания $d_f = 2,0 \text{ м}$.

Конструкция легкого здания. Здание одноэтажное кирпичное с высотой этажа $h = 3,0 \text{ м}$. Толщина стены $\delta = 250 \text{ мм}$. Полы по грунту. Нагрузка на пог. м стены $P = \delta \cdot h \cdot \rho \cdot l = 0,25 \cdot 3,0 \cdot 1,35 \cdot 1,0 = 1,0 \text{ т/м} = 10 \text{ кН/м}$. При шаге свай 1 м нагрузка на сваю составит $N = 10 \text{ кН}$.

1. Расчет выполняем для свай буронабивной сваи [10] диаметром $d = 100 \text{ мм}$, длиной 3 м. Несущая способность этой сваи, определенная по (7.8) [11], составит:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i) = 0,8 \cdot (1 \cdot 500 \cdot 0,008 + 0,314 \cdot 0,7 \cdot (23 \cdot 2 + 32,5 \cdot 1)) = 17,0 \text{ кН},$$

где γ_c — коэффициент условий работы свай в грунте, для буронабивных свай равный 0,8; γ_{cf} — коэффициент условия работы грунта на боковой поверхности сваи; A — площадь опирания сваи на грунт, м^2 ; u — наружный периметр поперечного сечения ствола, м ; R — расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа ; f_i — расчетное сопротивление i -го слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи, кПа ; h_i — толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м .

Принимая $\gamma_k = 1,55$ и формулу (7.2) [11] $N \leq F_d / \gamma_k$; $10 \leq 17,0 / 1,55 = 10,96 \text{ кН}$, F_d на 10 % больше требуемой.

Однако после оттаивания на сваю добавится нагрузка от силы трения оседающего грунта (негативная), определим ее по выражению (Приложение Ж [11]):

$$F_{neg} = u \cdot \sum f_{n,i} \cdot h_i = 0,314 \cdot 23 \cdot 2 = 14,44 \text{ кН}.$$

Тогда несущая способность сваи найдется из выражения:

$$N + F_{neg} \leq F_d / \gamma_k.$$

Для удовлетворения этого условия потребуется свая длиной 7 м.

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i) = 0,8 \cdot (1 \cdot 750 \cdot 0,008 + 0,314 \cdot 0,7 \cdot (35 \cdot 2 + 40 \cdot 2 + 41 \cdot 1)) = 38,38$$

$$N + F_{neg} \leq F_d / \gamma_k = 10 + 14,44 = 24,44 = 38,38 / 1,55 = 24,76 \text{ кН}$$

2. Выполняем расчет устойчивости сваи против касательных сил пучения. Уравнение устойчивости определится:

$$\tau_{fn} \cdot A_{fn} \leq n \cdot N + F_{du} = n \cdot N + \gamma_c \cdot u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i, \quad (1)$$

где τ_{fn} — расчетное значение удельной касательной силы пучения, кПа , принимается равным: для среднепучинистых грунтов — 55 кПа ; A_{fn} — расчетная площадь боковой поверхности фундамента, м^2 , находящейся в пределах промерзающего грунта; N — расчетная постоянная нагрузка, кН , от здания; n — коэффициент перегрузки, принимаемый 0,9.

В нашем случае $A_{fn} = d_f \cdot u = 2 \cdot 0,314 = 0,628 \text{ м}^2$; $\tau_{fn} = 55 \text{ кПа}$.

Левая часть уравнения: $\tau_{fn} \cdot A_{fn} = 55 \cdot 0,628 = 34,5 \text{ кН}$.

Длина анкерной части сваи 5 м. Тогда правая часть уравнения:

$$n \cdot N + F_{du} = n \cdot N + \gamma_c \cdot u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i = 0,9 \cdot 10 + 0,6 \cdot 0,314 \cdot 0,7 \cdot (35 \cdot 2 + 40 \cdot 2 + 42,5 \cdot 1) = 34,38 \text{ кН}.$$

Условие (1) не выполняется, требуется свая длиной 8 м.

3. Вместо сваи длиной 8 м применим буронабивную сваю с уширением.

Определим величину заделки сваи в непромерзающий грунт и диаметр уширения.

Постановка задачи. Сопротивляться силам пучения будет часть сваи ниже глубины промерзания d_f (анкерная). Несущая способность этой части сваи, работающей на выдергивающую нагрузку F_{du} , определится (7.14) [11] как:

$$F_{du} = \gamma_c \cdot u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i.$$

Примем, учитывая уширение на уровне острия сваи, что боковая поверхность анкерной части сваи будет равна поверхности цилиндра длиной L_A (часть сваи ниже d_f) и диаметром D , равным диаметру уширения [12–14].

Так как $L_A \leq 2 \text{ м}$, $f_i \approx \text{const}$ и знак Σ можно опустить [15]. В нашем случае несущая способность анкерной части сваи, работающей на выдергивающую нагрузку F_A , определится:

$$F_A = \gamma_c \cdot \pi \cdot D \cdot \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot L_A = 0,6 \cdot 3,14 \cdot D \cdot 0,7 \cdot f_i \cdot L_A. \quad (2)$$

В уравнении два неизвестных, поэтому, зная требуемую F_{du} , будем подбирать D и L_A из условия экономичности (минимального расхода бетона).

Форма уширения принята по технологии ТИСЭ [16] и представляет собой полусферу, обращенную плоской поверхностью вниз.

Для того чтобы результаты расчетов можно было использовать для других размеров элементов сваи, расчеты будем вести в относительных величинах.

Найдем отношение объема уширения $V_{уш}$ к объему 1 пог. м длины сваи $V_{пм}$:

$$m = V_{уш} / V_{пм} = 4 \cdot \pi \cdot D^3 \cdot 4/3 \cdot 8 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 1 = 2 \cdot D^3 / 3 \cdot d^2.$$

Тогда объем бетона анкерной части сваи V_A определяется:

$$V_A = L_A \cdot V_{пм} + V_{уш} = V_{пм} \cdot (L_A + V_{уш} / V_{пм}) = V_{пм} \cdot (L_A + m);$$

$$c = V_A / V_{пм} = L_A + m,$$

где c — объем бетона анкерной части сваи в объемах 1 пог. м.

Найдем отношение несущей способности анкера на выдергивающую нагрузку F_A к несущей способности 1 пог. м длины сваи $F_{пм}$ ниже d_f , учитывая формулу:

$$b = F_A / F_{пм} = \gamma_c \cdot \pi \cdot D \cdot \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot L_A / \gamma_c \cdot \pi \cdot d \cdot \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot 1 = D \cdot L_A / d \cdot 1 = L_A \cdot D/d,$$

где b — несущая способность анкера в единицах несущей способности 1 пог. м сваи ниже d_f .

Эффективность конструктивного решения будем измерять удельной несущей способностью (несущая способность, отнесенная к объему бетона) анкера, отнесенной к удельной несущей способности 1 пог. м сваи ниже d_f :

$$k = b / c = F_A \cdot V_{пм} / V_A \cdot F_{пм} = Q \cdot F_A / V_A,$$

где $Q = V_{пм} / F_{пм} = \text{const}$ и не зависит от конструкции анкера.

Рациональные варианты конструкций анкера. В табл. 1 представлены результаты расчетов 15-ти вариантов конструкций анкеров сваи. Так как расчеты велись в относительных величинах, возможно решить следующие задачи:

- подобрать размеры анкера по требуемой несущей способности на выдергивающую нагрузку F_A ;
- выбрать наиболее эффективные D/d и L_A ;
- выбрать размеры анкера между значениями, указанными в таблице (возможна интерполяция значений).

Таблица 1

Характеристики анкера сваи

D/d	$m = V_{уш} / V_{пм}$	$c = V_A / V_{пм}$	$b = F_A / F_{пм}$	$k = Q \cdot F_A / V_A$
1	2	3	4	5
$L_A = 1,0$ м				
1	0,03	1,03	1,05	1,02
2	0,27	1,27	2,20	1,74
3	0,90	1,90	3,45	1,82
4	2,13	2,13	4,80	1,53
5	4,16	5,16	6,25	1,21
$L_A = 1,5$ м				
1	0,02	1,52	1,55	1,02
2	0,18	1,68	3,20	1,90
3	0,60	2,10	4,95	2,36
4	1,43	2,93	6,80	2,32
5	3,71	5,21	8,75	1,68
$L_A = 2,0$ м				
1	0,02	2,02	2,05	1,01
2	0,13	2,13	4,20	1,97
3	0,45	2,45	6,45	2,63
4	1,06	3,06	8,80	2,88
5	2,08	4,08	11,3	2,76

Пользуясь табл. 1, определим наиболее рациональные размеры анкера сваи. Требуемая несущая способность анкера сваи равна:

$$F_A = \tau_{fh} \cdot A_{fh} - n \cdot N = 1,0 \cdot 55 \cdot 0,628 - 0,9 \cdot 10 = 34,5 - 9 = 25,5 \text{ кН.}$$

Несущая способность 1 пог. м сваи ниже d_f равна:

$$F_{пм} = \gamma_c \cdot \pi \cdot d \cdot \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot 1 = 0,6 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot 0,7 \cdot 32,5 \cdot 1 = 4,3 \text{ кН}$$

$$b = F_A / F_{пм} = 25,5 / 4,3 = 5,95.$$

Ищем в табл. 1 наиболее близкое большее значение n (колонка 4) для каждого варианта L_A и выбираем то,

которое имеет большее k (колонка 5). Наибольшей удельной несущей способности анкера будут соответствовать $D/d = 3$ ($D = 0,3$ м) и $L_A = 2$ м.

Определим несущую способность анкера при этих размерах по выражению (2):

$$F_A = \gamma_c \cdot \pi \cdot D \cdot \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot L_A = 0,6 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 35 \cdot 2,0 = 27,7 \text{ кН.}$$

4. Выполняется расчет арматуры сваи на растяжение.

Площадь арматуры находится из условия:

$$F_A = R_s \cdot A_s,$$

где R_s — расчетное сопротивление арматуры сваи [17; 18], кПа ; A_s — площадь арматуры сваи (класс А300 $R_s = 270$ МПа), м^2 :

$$A_s = F_A / R_s = 25,5 / 270000 = 0,000094 \text{ м}^2 = 0,94 \text{ см}^2.$$

5. Определяется несущая способность F_d сваи с уширением:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i) = 0,8 \cdot (1 \cdot 575 \cdot 0,071 + 0,314 \cdot 0,7 \cdot (23 \cdot 2 + 35 \cdot 2)) = 53,0 \text{ кН.}$$

Принимая $\gamma_k = 1,55$ и формулу (7.2) [11] $N + F_{neg} \leq F_d / \gamma_k$; $24,44 \leq 53,0 / 1,55 = 34,20$ кН, получим условие устойчивости.

С учетом отрицательных сил трения, возникающих на боковой поверхности сваи при осадке околосвайного грунта после оттаивания $F_{neg} = 14,44$ кН, F_d в 1,4 раза больше требуемой.

6. Выбирается вариант, исключаящий перерасход материала.

Из расчетов видно, что вариант буронабивной сваи с уширением в сравнении с обычной уменьшает объем бетона на изготовление сваи, а, следовательно, и стоимость на 44 % (почти в 2 раза). При этом свая использует запас несущей способности на 72 %.

Выводы

Анализ материалов таблицы позволяет сделать следующие выводы:

1. Таблица позволяет подобрать наиболее рациональные размеры анкера с точки зрения его удельной несущей способности.

2. Удельная несущая способность анкера при постоянной длине с ростом D/d вначале растет, а затем снижается.

3. Наиболее рациональная длина анкера L_A зависит от величины выдергивающей нагрузки.

Литература

1. Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов. М.: ПНИИИС, 1986.
2. Невзоров А.Л. Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах. М.: АСВ, 2000. 457 с.
3. Рекомендации по совершенствованию конструкций и норм проектирования искусственных сооружений, возводимых на пучинистых грунтах с учетом природных условий БАМа. М.: ВНИИТС, 1981.
4. СНиП 23-01-99* Строительная климатология. М.: Госстрой России, 2000.
5. Рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов на пучинистых грунтах. М.: ЦНИИЭПсельстрой, 1989.

6. Холодов С.П. Малонагруженные фундаменты в условиях большой глубины промерзания // Системы. Методы. Технологии. 2015. Вып. 2. С. 138-141.

7. СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1984.

8. ТСН МФ-97 МО. Территориальные строительные нормы «Проектирование, расчет и устройство мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных жилых зданий в Московской области». М.: НИИОСП Госстроя РФ: ЦНИИЭПсель-строй: Мосгипронисельстрой НИИ: Мосстрой, 1998.

9. ГОСТ 25100-2011 - Грунты. Классификация. М.: Стандартиформ, 2013.

10. ВСН 165-85. Устройство свайных фундаментов мостов (из буровых свай). М.: Интрансстрой СССР, 1985.

11. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. М.: Минрегион России ОАО «ЦПП», 2010.

12. ВСН 506-88 Проектирование и устройство грунтовых анкеров. М.: Минмонтажспецстрой СССР, 1989.

13. Механика грунтов, основания и фундаменты / под ред. С.Б. Ухова. М.: Высш. школа, 2004.

14. Смородинов М.И., Федоров Б.С. Устройство фундаментов и конструкций способом «Стена в грунте». М., 1976.

15. Сотников С. Н., Симагин В.Г., Вершинин В.П. Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений. Опыт строительства в условиях Северо-Запада СССР. М.: Стройиздат, 1986.

16. ВСН 5-71 Временные указания по устройству коротких буронабивных бетонных и бугобетонных свай для малоэтажных сельских зданий. М.: Минсельстрой СССР, 1971.

17. СП 52-101-2003 БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ. М.: ГУП НИИЖБ Госстроя России, 2004.

18. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции. М.: Госстрой СССР, 1989.

References

1. Recommendations for accounting and prevention of deformations and forces of frost heaving soils. М.: ПНИИИС, 1986.
2. Nevzorov A.L. Foundations on seasonally frozen ground. М.: ASV, 2000. 457 p.
3. Recommendations to improve the designs and design standards of artificial constructions erected on heaving soils taking into account the natural conditions of the BAM. М.: VNIITS, 1981.
4. SNiP 23-01-99* Building Climatology. М.: Gosstroj Rossii, 2000.
5. Recommendations for the design and installation of pile foundations on heaving soils. М.: TsNIIEPsel'stroy, 1989.
6. Kholodov S.P. Lightly-loaded foundations in conditions of large freezing depth // Systems. Methods. Technologies. 2015. Вып. 2. P. 138-141.
7. SNiP 2.02.01-83* Bases of buildings and structures. М.: TsITP Gosstroya SSSR, 1984.
8. TSN MF-97 MO. Territorial building standards « Designing, calculation and arrangement of shallow foundations of low-rise residential buildings in the Moscow Region ». М.: NIIO SP Gosstroya RF: TsNIIEPsel'stri: Mosgipronisel'stroy NI: Mosstroy, 1998.
9. GOST 25100-2011 - Soils. Classification. М.: Standartinform, 2013.
10. VSN 165-85. Installation of pile foundations of bridges (from bored piles). М.: Intransstroy SSSR, 1985.
11. SP 24.13330.2011. Pile foundations. М.: Minregion Rossii ОАО «TsPP», 2010.
12. VSN 506-88 Design and installation of ground anchors. М.: Minmontazhspestsroi SSSR, 1989.

13. Soil mechanics, bases and foundations / pod red. S.B. Ukhova. M.: Vyssh. shkola, 2004.

14. Smorodinov M.I., Fedorov B.S. Foundation of structures and structures using the "Wall in the ground" method. M., 1976.

15. Sotnikov S. N., Simagin V.G., Vershinin V.P. Design and construction of foundations near existing structures. The experience of construction in the North-West of the USSR. M.: Stroizdat, 1986.

16. VSN 5-71 Temporary instructions on the arrangement of short bored concrete and rubble concrete piles for low-rise rural buildings. M.: Minsel'stroi SSSR, 1971.

17. SP 52-101-2003 Concrete and concrete structures without reinforcement voltage. M.: GUP NIIZhB Gosstroya Rossii, 2004.

18. SNiP 2.03.01-84* Concrete and reinforced concrete structures. M.: Gosstrois SSSR, 1989.

УДК 624.131.29

DOI: 10.18324/2077-5415-2017-2-142-145

Закономерности изменения физических и фильтрационных свойств загипсованных песков при длительном обводнении

О.М. Преснов

Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 79, Красноярск, Россия
presn955@mail.ru

Статья поступила 28.02.2017, принята 24.03.2017

В работе анализируются результаты исследования суффозионных деформаций загипсованных песков в лабораторных условиях. Испытания образцов осуществляли с замачиванием под нагрузкой по схеме восходящего потока, при градиенте напора $J = 1-25$, в зависимости от схемы испытания, физических свойств грунта и количества гипса в образце. С целью исключения влияния сложных химических процессов на рассоление грунта, что может привести к искажению общих закономерностей развития суффозионной сжимаемости грунтов во времени, в качестве фильтрующей жидкости использовали водопроводную воду при температуре $t = 15-20$ °C с плотным остатком 0,1-0,2 г/л, который учитывали при расчете степени рассоления β . В процессе проведения опытов отбирали фильтраты (в первые сутки 2 раза, затем по 1 разу в течение 20 суток, далее 1 раз в 5 суток) для определения количества выщелачиваемых солей, которые вычисляли по величине плотного остатка фильтратов. Кроме того, фиксировали общее количество жидкости, профильтровавшейся через образцы, с целью подсчета количества выщелоченных солей и коэффициента фильтрации K . В процессе компрессионно-фильтрационных испытаний пылеватых песков исследованы различные факторы, влияющие на суффозионное сжатие. К ним относятся время фильтрации t , объем профильтровавшейся воды V_w , степень загипсованности d_0 , степень рассоления β , давление P , гидравлический градиент J .

Ключевые слова: химическая суффозия; загипсованные пески; градиент напора; коэффициент фильтрации.

Laws in the variation of physical and filtration properties of plastered sands with prolonged watering

O.M. Presnov

Siberian Federal University; 79, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, Russia
presn955@mail.ru

Received 28.02.2017, accepted 24.03.2017

The paper analyzes the results of the investigation of suffosion deformations of plastered sand under laboratory conditions. Tests of the samples were carried out with soaking under load according to the scheme of upflow, with a pressure gradient $J = 1-25$, depending on the test scheme, physical properties of the soil and the amount of gypsum in the sample. In order to exclude the influence of complex chemical processes on soil desalination, which may lead to a search for general regularities in the development of the suffosion of soil compressibility over time, tap water was used as a filtering fluid at a temperature $t = 15-20$ °C with a dense residue of 0,1-0.2 g / l, which was taken into account in calculating the degree of desalination. During the experiments, filtrates were selected (on the first day 2 times, then 1 time for 20 days, then 1 time per 5 days) to determine the amount of leached salts, which were calculated from the density of filtrate residue. In addition, the total amount of liquid filtered through the samples was fixed in order to calculate the amount of leached salts and the filtration coefficient K . In the process of compression-filtration tests of silty sands, various factors influencing the suffosion compression are investigated. These include the filtration time t , the volume of filtered water V_w , the degree of gypsum d_0 , the degree of desalination, the pressure P , the hydraulic gradient J .

Keywords: chemical suffosion; plastered sands; pressure gradient; filtration rate.