

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің 20 жылдығы
және механика-математика факультеті
«Механика» кафедрасының құрылғанына 10 жыл толуы аясында өтетін
«МЕХАНИКА ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ» атты
Республикалық ғылыми-әдістемелік конференциясы**

БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**Республиканской научно-методической конференции
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИКИ И МАТЕМАТИКИ»,
посвященной 20-летию Евразийского национального университета
им. Л.Н. Гумилева и 10-летию основания кафедры «Механика»
механико-математического факультета
Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева**

2016 жыл 14-15 қазан

Астана

ӘОЖ 531:510 (063)

КБЖ 22

М 49

В подготовке Сборника к печати принимали участие:

Джайчибеков Н.Ж., Ибраев А.Г., Бургумбаева С.К., Бостанов Б.О.

«Механика және математиканың өзекті мәселелері» атты Республикалық ғылыми-әдістемелік конференциясының БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің 20 жылдығы және механика-математика факультеті «Механика» кафедрасының құрылғанына 10 жыл толуына арналған = «Актуальные вопросы механики и математики», посвященной 20-летию Евразийского национального университета им.Л.Н. Гумилева и 10-летию основания кафедры «Механика» механико-математического факультета Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилев. СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ Республиканской научно-методической конференции. Қазақша, орысша. – Астана, 2016, 292 б.

ISBN 998-601-301-808-9

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және ғалымдардың механика, математика, математикалық және компьютерлік модельдеу, механика және математиканы оқыту әдістемесінің өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

В Сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и ученых по актуальным вопросам механики, математики, математического и компьютерного моделирования и методика преподавания механики и математики.

Тексты докладов печатаются в авторской редакции

ISBN 998-601-301-808-9

ӘОЖ 531:510 (063)

КБЖ 22

$$\begin{aligned}
& -\frac{3}{3a^3\alpha} \sum_{j=0}^s (x_1 + x_2) \cdot [H(x_1 - d - j(d+h)) - H(x_1 - (j+1)(d+h))] \times \\
& \times [\text{sha}(x_2 - x_1) - 2 \sin a(x_2 - x_1)] H(x_2 - x_1) \\
(20) \quad & \dots \\
& y_k = -\frac{\tau_k}{6EJa^3} [\text{sha}(x_k - v_0 t) - 2 \sin a(x_k - v_0 t)] - \\
& -\frac{1}{3a^3\alpha} \sum_{m=1}^{k-1} \sum_{j=0}^s (x_m + x_{m+1}) \times \\
& \times \{y_m [H(x_m - d - j(d+h)) - H(x_m - (j+1)(d+h))] \times \\
& \times [\text{sha}(x_k - x_m) - \sin a(x_k - x_m)] H(x_k - x_m) - \\
& - y_{m+1} [H(x_{m+1} - d - j(d+h)) - H(x_{m+1} - (j+1)(d+h))] \times \\
& \times [\text{sha}(x_k - x_{m+1}) - \sin a(x_k - x_{m+1})] H(x_k - x_{m+1})\} \quad (21)
\end{aligned}$$

Пользуясь методом частичной дискретизации Тюреходжаева А.Н., получено аналитическое решение изгибного колебания рельса под действием подвижной нагрузки. Также получены общие решения дифференциального уравнения изгиба и поперечного колебания рельса.

Список использованных источников

1. В.Л. Бидерман. Теория механических колебаний. Москва: «Высшая школа», 1980.
2. В.С. Владимиров. Обобщенные функции в математической физике. Москва: Наука, 1979.
3. Piotr Antosik, Jan Mikusinski, Roman Sikorski. Theory of distributions. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, 1973.

УДК 624.15

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СУФФОЗИОННАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ГРУНТА

Исенова Ж.Ж., Мухамбеталина Д.Ж., Айтмағанбет Р.С.

zhamal_issanova56@mail.ru

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

При проектировании зданий и сооружений на карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтах деформация основания определяется суммированием осадки под нагрузкой от возводимого сооружения и просадок при условии возможного их замачивания. Развития в этих грунтах суффозионных деформаций нормативными документами не предполагается. Требования нормативных документов правомерны в условиях низкой влажности и стабилизированного водного и солевого режима в основании, однако практика строительства и эксплуатации показывает, что эти условия зачастую не сохраняются.

В тех случаях, когда в основании уже построенных зданий соли залежали в виде линз и прослоек неравномерно, в результате подъема уровня грунтовых вод происходило выщелачивание солей и наблюдается неравномерная суффозионная осадка.

Процессы выщелачивания и химической суффозии солей при фильтрации воды в грунтах наиболее полно рассмотрены в задачах мелиорации и орошения почв и в общем случае описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных.[1] Широкое распространение получило объединенное уравнение движения и сохранения массы солей Н.Н.Веригина

$$\begin{cases} D \cdot m_0 \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{\partial(V \cdot C)}{\partial x} - \delta \frac{\partial \xi}{\partial t} = m_0 \frac{\partial C}{\partial t}; \\ \frac{\partial \xi}{\partial t} = -\frac{\gamma}{\delta} (C_m - C) \cdot \xi^k, \end{cases} \quad (1)$$

где D - коэффициент конвективной диффузии, $\text{см}^2/\text{с}$;
 C - концентрация солей в жидкости, $\text{г}/\text{см}^3$;
 C_m - концентрация насыщения воды солями данного состава;
 γ - обобщенный коэффициент солеотдачи, $1/\text{с}$;
 m_0 - пористость грунта;
 V - скорость фильтрации грунтовой воды, $\text{см}/\text{с}$;
 ξ - удельный объем солей в грунте, в д. ед.;
 δ - плотность солей, $\text{г}/\text{см}^3$.

При квазистационарном режиме движения воды, т.е. в том случае, когда V не зависит от x и при больших значениях критерия Пекле можно принять $D=0$. Причем ввиду малости члена $\frac{\partial C}{\partial t}$ им можно пренебречь. Тогда система уравнений (1) примет вид

$$\begin{cases} V \frac{\partial C}{\partial x} + \delta \frac{\partial \xi}{\partial t} = 0; \\ \delta \frac{\partial \xi}{\partial t} = -\gamma \xi^k (C_m - C), \end{cases} \quad (2)$$

где k - коэффициент засоления, зависящий от характера распределения солей в грунте: $k=0$ при поверхностном (пленочном) засолении; $k=0,5$ или $1,0$ при объемном (дисперсном) засолении.

При установившейся и равномерной фильтрации воды эта система решалась Н.Н. Веригиным.

Для грунтов с пленочным засолением ($k=0$) решение этой системы для первой стадии выщелачивания, т.е. когда во входном сечении еще не образовался обессоленный слой, имеет вид

$$\begin{cases} C = C_m - (C_m - C_0) \exp\left(-\frac{\gamma}{V} \cdot x\right); \\ \xi = \xi_0 - \frac{\gamma \cdot t}{\delta} (C_m - C) \exp\left(-\frac{\gamma}{V} \cdot x\right). \end{cases} \quad (3)$$

Продолжительность первой стадии процесса t_1 определяется по формуле

$$t_1 = \frac{\delta \cdot \xi_0}{\gamma \cdot (C_m - C_0)}. \quad (4)$$

Для второй стадии процесса, когда во входном сечении образовался обессоленный слой, при $t \geq t_1$:

$$\begin{cases} C = C_m - (C_m - C_0) \exp\left(-\frac{\gamma}{V} \cdot (x-l)\right); \\ \xi = \xi_0 \left[1 - \exp\left(-\frac{\gamma}{V} \cdot (x-l)\right)\right], \end{cases} \quad (5)$$

где $l = \alpha(t - t_1)$ – длина полностью обессоленной зоны засоленного грунта, м;

$$\alpha = \frac{V \cdot (C_m - C_0)}{\delta \cdot \xi_0} \text{ – скорость перемещения границы рассоления грунта, м/с.}$$

Тогда время полного рассоления массива засоленного грунта мощностью H_1 в общем виде определяется из выражения

$$T_1 = t_1 + \frac{H_1}{\alpha} \quad (6)$$

Для грунтов с пленочным засолением (при $k = 0$)

$$T_1 = t_1 + \frac{\delta \xi_0}{(C_m - C_0)} \left(\frac{1}{\gamma} + \frac{H_1}{V} \right). \quad (7)$$

Однако, решения систем уравнений (3) и (5) действительны только для грунтов с равномерным распределением солей, которые в природе практически не встречаются. По данным многих ученых засоленные грунты с различным содержанием солей располагаются пластами, с четко определенной границей между ними. Для рассмотрения процесса выщелачивания в таких грунтах ограничиваем длину активной зоны длиной пути практического насыщения воды солями данного состава ($C = 0,9C_m$), т.к. из теоретического решения следует, что фильтрат насыщается солями только на бесконечности. Тогда для грунтов с пленочным (поверхностным) засолением длина активной зоны

$$l_b = \frac{2,3 \cdot V}{\gamma}. \quad (8)$$

Суффозионная осадка в засоленных грунтах связана с выносом фильтрационным потоком воды водорастворимых солей. При этом величина деформаций зависит от объема вымытых солей. Однако прямой зависимости между этими величинами во многих случаях не наблюдается, и попытки теоретического решения этой задачи не дают удовлетворительного ответа. Для установления связи между объемом вынесенных фильтрационным потоком солей и суффозионной осадкой введен коэффициент замещения показывающий, какая часть освобожденного объема замещена нерастворимыми частицами грунта. Коэффициент замещения определяется по следующей зависимости

$$k_{zi} = \frac{\delta \cdot \varepsilon_{s,f,i}}{\beta_i \cdot D_0 \cdot \gamma_{dc}}, \quad (9)$$

где $\varepsilon_{s,f,i}$ – относительная суффозионная сжимаемость грунта от давления P_i

δ_i – степень выщелачивания солей, вычисляемая как отношение массы выщелоченных из грунта солей к их начальной массе, доли ед.;

D_0 – начальная весовая степень засоленности грунта, доли ед.;

γ_{dc} – удельный вес сухого засоленного грунта, г/см³;

δ – плотность солей, г/см³.

Тогда относительная суффозионная деформация грунта развивается во времени по закономерности

$$\varepsilon_s(t) = k_z [\xi_0 - \xi(t)] \quad (10)$$

где ξ_0 – начальный удельный объем солей в грунте,

$\xi(t)$ – удельный вес объем оставшихся солей в грунте на время t .

Для прогноза абсолютной суффозионной осадки основания проинтегрируем выражение (10) в пределах толщи засоленного грунта

$$S_{s,f} = \int_{h_1}^{h_2} k_z (\xi_0 - \xi(t)) dx, \quad (11)$$

где h_1, h_2 - соответственно верхняя и нижняя границы области суффозионного сжатия.

Если в основании суммарное давление от веса грунта и фундамента больше начального давления суффозионного сжатия P_{sf} , то вместо коэффициента замещения под интегралом (11) можно принять усредненное значение k_{zi} по толще засоленного грунта H_i . Удельный объем оставшихся солей в грунте на время для грунтов с пленочным (поверхностным) засолением на первой стадии выщелачивания определяется по второй формуле системы уравнений (3).

Тогда интеграл (11) решается следующим образом

$$\begin{aligned} S_{s,f} &= \int_0^{H_1} k_z (\xi_0 - \xi_0 + \frac{\gamma \cdot t}{\delta} (C_m - C_0) \exp(-\frac{\gamma}{V} \cdot x)) dx = \\ &= k_z \cdot \frac{V}{\gamma} \int_0^{H_1} \left[\xi_0 - \xi_0 + \frac{\gamma \cdot t}{\delta} (C_m - C_0) \exp(-\frac{\gamma}{V} \cdot x) \right] d(-\frac{\gamma}{V} \cdot x) = \\ &= \frac{V \cdot t}{\delta} k_z (C_m - C_0) \cdot \left[1 - \exp(-\frac{\gamma}{V} \cdot x) \right] = \frac{V \cdot t}{\delta} k_z (C_m - C_0) \cdot \left[1 - \exp(-\frac{\gamma}{V} \cdot H_1) \right]. \end{aligned} \quad (12)$$

На второй стадии процесса выщелачивания, когда со стороны входного сечения образовался обессоленный слой, абсолютная суффозионная осадка определяется как сумма двух интегралов

$$S_{s,f} = \int_0^l k_z \xi_0 dx + \int_{h_1}^{h_2} k_z (\xi_0 - \xi(t)) dx, \quad (13)$$

где $l = \alpha(t - t_1)$ - длина участка полностью обессоленной зоны грунта;

t_1 - продолжительность первой стадии процесса.

Для грунтов с пленочным засолением $\xi(t)$ находится по второй формуле системы уравнений (5)

Тогда абсолютная суффозионная осадка на второй стадии процесса выщелачивания развивается по зависимости

$$\begin{aligned} S_{s,f} &= k_z \cdot \xi_0 \cdot l + \int_{0_1}^{H_1} k_z \left[\xi_0 - \xi_0 \left[1 - \exp(-\frac{\gamma}{V} \cdot (x - l)) \right] \right] dx = \\ &= k_z \cdot \xi_0 \cdot \left[l + \frac{V}{\gamma} \left[1 - \exp(-\frac{\gamma}{V} \cdot (x - l)) \right] \right]. \end{aligned} \quad (14)$$

Решения (12), (13) и (14) действительны только при фильтрации воды через грунт в вертикальном направлении.

Список использованных источников

1. Унайбаев Б.Ж. Строительство на засоленных грунтах. Вып.1. Изыскания, проектирование и строительство. Учебное пособие. Караганда, КарГТУ, 1999. – С. 81.