

## УРАВНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ КОНСОЛИДАЦИИ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ.\*

**Рабочая Т.В.** (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

*В статье предложено уравнение процесса консолидации осесимметричной фильтрации в нелинейной постановке возникающее при использовании вертикальных дрен.*

Проектирование вертикальных дрен, применяющихся для ускорения консолидации, а в дальнейшем уплотнения слабых водонасыщенных грунтов имеет большое практическое значение при значительных мощностях слабых оснований. Решением этой задачи, формулируемой в виде вертикального дренирования занимались многие авторы [1 - 3]. Учет нелинейных эффектов для осесимметричных условий деформирования рассматривался в работах [4, 5, 7].

В статье [8] рассматривалось уравнение нелинейной теории фильтрационной консолидации для двумерных условий деформирования водонасыщенного грунта мощностью  $h$ . В данной работе рассматривается уравнение нелинейной теории для осесимметричных условий деформирования.

В качестве основной предпосылки принимается соотношение:

$$v \frac{\partial H^n(t, z, r)}{\partial z} dz = \frac{\partial C(t, z, r)}{\partial z} dz, \quad (1)$$

где  $v = \text{const}$  ;

$H^n(t, z, r)$  - функция избыточного давления в поровой воде;  $n$  - параметр, отражающий интенсивность влияния порового давления на процесс консолидации. определяемый путем стандартных консолидационных испытаний;

$C(t, z, r)$  – функция коэффициента консолидации.

---

\* Работа проведена под руководством проф. Школа А.В.

Зависимость (1) определена физическими представлениями о консолидации элементарного слоя.[4]. Рассеивание порового давления приводит к изменению физического состояния элементарного слоя и его деформационных характеристик. Результаты консолидационных испытаний подтверждают это положение.

Проинтегрировав выражение (1) для произвольного момента времени, получим:

$$C(t, z, r) = \eta + v \frac{H^n(t, z, r)}{n+1} dz, \quad (2)$$

где  $\eta$ - постоянная интегрирования.

Обозначим начальный и конечный коэффициент консолидации соответственно:

$$C(z, 0) = C_z'' \quad C(z, \infty) = C_z^k \quad (3)$$

$$C(r, 0) = C_r'' \quad C(r, \infty) = C_r^k \quad (4)$$

Коэффициент консолидации в общем случае с учетом начальных и конечных условий примет следующий вид:

$$C(H^n) = [C'' - C^k] \frac{H^{n+1}(t, z, r)}{H^n(0, z, r)(n+1)} + C^k \quad (5)$$

Дифференциальное уравнение уплотнения для условий осесимметричной задачи запишется следующим образом:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ C_z(H^n) \frac{\partial H}{\partial z} \right] + \frac{\partial}{\partial r} \left[ C_r(H^n) \frac{\partial H}{\partial r} \right] + C_r(H^n) \frac{1}{r} \frac{\partial H}{\partial r}, \quad (6)$$

где  $C_z(H^n)$  и  $C_r(H^n)$  с учетом (5):

$$C_z(H^n) = [C_z'' - C_z^k] \frac{H^{n+1}(t, z, r)}{H^n(0, z, r)(n+1)} + C_z^k \quad (7)$$

$$C_r(H^n) = [C_r'' - C_r^k] \frac{H^{n+1}(t, z, r)}{H^n(0, z, r)(n+1)} + C_r^k \quad (8)$$

Начальные и краевые условия:

$$H(z, 0) = H_0 = const; \quad H(0, t) = 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial H}{\partial z}(h, t) = 0; \quad \frac{\partial H}{\partial r}(0, t) = 0 \quad (10)$$

При  $n = 0$  – уравнение (6) вырождается в уравнение линейной теории консолидации (уравнение Флорина).

При  $n = 1$  – уравнение (6) вырождается в уравнение нелинейной теории, предложенной в работе [4].

Практически (6) предусматривает решение численными методами.

### Литература

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. М., Высшая школа, 1979, 272 с.
2. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. М., Стройиздат, 1973., 298 с.
3. Флорин В.А. Теория уплотнения земляных масс. М., Стройиздат, 1948.
4. Школа А. В. Деформирование территорий портов и оснований портовых гидротехнических сооружений в сложных инженерно-геологических условиях. – М., "Мортехинформреклама", 1983 – С. 24.
5. Отчет о НИР. Развитие теории уплотнения береговых гидроотвалов из бросовых грунтов дноуглубления с целью их утилизации в искусственные территории. – ОГАСА, Одесса, 1994-1996.
6. Мельцов Г. И. Прогнозирование деформаций искусственных территорий морских портов, образованных продуктами утилизации глинистых морских отложений. Автореф. дис. к. т. н. – Одесса, 1
7. Рабочая Т. В., Кириллов Я. В. Численное решение уравнения нелинейной теории фильтрационной консолидации в одномерных условиях деформирования. // Вестник Одесской Государственной Академии Строительства и Архитектуры. Вып. 4. – Одесса, 2001. – С. 368-371.
8. Рабочая Т.В. Уравнение нелинейной теории фильтрационной консолидации плоской задачи./Збірник наукових праць. Вип.№12.- Полтава, 2003, с. 189-190./
9. Самарский А. А. Теория разностных схем. М., Наука, 1989, 248 с.