

№3, 2000

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КВАЗИСТАЦИОНАРНОГО ПОВЕДЕНИЯ СИСТЕМ «СВАЯ-ГРУНТ»

Бартоломей А.А., Омельчак И.М.

Важным практическим вопросом при расчете и проектировании свайных фундаментов конструкций в грунтах со сложными реологическими свойствами является разработка надежной модели расчета длительных осадок, учитывающей основные факторы взаимодействия системы «сооружение – фундамент – основание». К таким факторам следует в первую очередь отнести взаимодействие свайных фундаментов с грунтом при воздействии на него квазистатических усилий собственного веса сооружения. Так как это взаимодействие во многом определяется поведением системы "свая-грунт", то далее в этой работе будет рассмотрен подход, позволяющий анализировать особенности поведения именно этой системы - "свая-грунт".

Сложность анализа квазистатического поведения этой системы обусловлена: неоднородностью ярко выраженных реологических свойств грунта; нелинейным характером взаимодействия сваи с грунтом на границе их раздела. Учету именно этих двух факторов уделено основное внимание при построении математической модели.

Построение математической модели осуществлено в рамках механики деформируемого твердого тела. Учет реологических свойств грунта осуществляется в предположении, что грунт как деформируемое тело проявляет упругие, вязкоупругие и пластические свойства. Также предполагается, что по этим свойствам грунт является средой неоднородной. Описание этих свойств осуществлено в рамках линейной наследственной вязкоупругости и теории малых вязкопластических деформаций, по деформационной теории У.А. Ильюшина.

С учетом сделанных выше предположений определяющие (физические) соотношения для грунта будут иметь вид:

$$S(x,t) = 2 * G(x) \cdot \left[ e(x,t) - \int_0^t R(x,t-\tau) e(x,\tau) d\tau \right] + 2 * G_2(x) \cdot [1 - \omega(\gamma_i)] e(x,t) ;$$

$$S(x,t) = \sigma(x,t) - I \sigma_{\varphi}(x,t) ;$$

$$e(x,t) = \varepsilon(x,t) - I \theta(x,t) / 3 ;$$

$$\sigma_{\varphi} = B_1(x) \cdot \left[ \theta(x,t) - \int_0^t \Pi(x,t-\tau) \theta(x,\tau) d\tau \right] + B_2(x) \cdot [1 - g(\varepsilon_i)] \theta(x,t) ;$$

$$\gamma_i = 2 \sqrt{I_2(\varepsilon)} ;$$

$$\varepsilon_i = \sqrt{I_2(\varepsilon)} .$$

Описание взаимодействия сваи с грунтом на границе их контакта осуществлено с использованием закона трения Кулона.

Полагаем, что свая при деформировании проявляет только упругие свойства.

Для численной реализации полученной краевой задачи был использован вариационный принцип возможных перемещений.

Численная реализация была осуществлена на основе метода конечных элементов в рамках осесимметричной постановки.

Получаемые численные решения позволяют:

- оценить несущую способность сваи;
- определить эволюцию смещения сваи;
- сопоставить значимость вязкоупругопластических свойств грунта и возможность влияния проскальзывания на эволюцию смещения сваи;
- использовать получаемые решения для идентификации физико-механических свойств грунта при сопоставлении с результатами экспериментальных данных полевых испытаний.