

8. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

Изложенные в настоящей монографии материалы исследований позволили нам сделать такие выводы.

1. В рамках модели **весомого водо- и неводонасыщенного обладающего свойством ползучести анизотропного основания** получены уравнения движения и состояния. При выводе этих уравнений использованы соотношения феноменологической термодинамики необратимых процессов и принцип В. Вольтерра.

2. Эти результаты обобщены на такие модели грунтовых оснований:

- модель **невесомого водонасыщенного грунтового обладающего свойством ползучести анизотропного основания;**
- модель **весомого неводонасыщенного грунтового обладающего свойством ползучести анизотропного основания;**
- модель **невесомого неводонасыщенного грунтового обладающего свойством ползучести анизотропного основания;**
- модели **весомого и невесомого водо- и неводонасыщенного грунтовых упругих анизотропных оснований.**

3. Под **анизотропией свойств** в данном случае понимается различие по направлениям таких свойств грунтовых оснований:

- **деформационных;**
- **фильтрационных;**
- **реологических.**

4. Получены матрицы **материальных констант** (для упругого основания) и **материальных операторов** (для обладающего свойством ползучести основания).

5. Показано, что максимальное число упругих констант c_{ijkl}

и интегральных операторов \tilde{c}_{ijkl} равно 36, коэффициентов порового давления по направлениям β_{ij} и интегральных операторов $\tilde{\beta}_{ij}$ - девяти, а коэффициентов фильтрации по направлениям k_{ij}^{Φ} и интегральных операторов \tilde{k}_{ij}^{Φ} - девяти.

6. Рассмотрены различные возможные варианты структуры обладающего свойством ползучести грунтового основания, в том числе **триклинная, моноклинная, ромбическая (ортотропная), гексагональная и изотропная**. Для каждой из этих структур составлены **матрицы материальных операторов**.

7. Для ряда расчетных схем грунтовых оснований в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат сформулированы начальные и граничные условия.

8. Область применения полученных в рамках модели анизотропного грунта результатов - армированные геотекстилем основания, обладающие природной анизотропией водо- и неводонасыщенные основания (например, ленточные глины и лессы).

9. В рамках расчетной схемы компрессионного сжатия и моделей водонасыщенного упругого, вязкоупругого и упруговязкопластичного основания выполнены расчеты зависимостей “осадка – время”.

9.1. Анализ полученных в рамках модели упругого водонасыщенного основания результатов расчета позволил нам сделать такие выводы.

9.1.1. Модель упругого основания позволяет учитывать:

- упругие деформации основания;
- явление последействия, обусловленное отжатию из пор грунта воды;
- явление гистерезиса.

При этом модель не позволяет учитывать необратимость деформаций основания при загрузке – разгрузке и их накопление.

9.1.2. При постоянной во времени внешней нагрузке зависимости "поровое давление - время" и "осадка - время" имеют вид убывающей функции.

9.1.3. После полной разгрузки основания имеет место полное рассеивание порового давления (т.е. оно убывает до нуля). При этом сразу после быстрого убывания нагрузки до нуля поровое давление меняет свой знак на противоположный.

9.1.4. Чем больше толщина грунтового слоя, тем дольше в нем протекает процесс фильтрационной консолидации (т.е. тем позднее наступает стабилизация осадки основания).

9.1.5. Постепенное возрастание нагрузки на основание позволяет существенно уменьшить величину порового давления в грунтовой толще.

9.1.6. Деформации упругого водо- и неводонасыщенного основания полностью обратимы. Этот факт плохо согласуется с экспериментальными данными.

9.2. Анализ полученных в рамках модели **упруговязкого** водо- и неводонасыщенного основания результатов расчета позволил нам сделать такие выводы.

9.2.1. Модель упруговязкого (в том числе неводонасыщенного) основания позволяет учитывать:

- упругие деформации основания;
- явление последствия, в том числе явление ползучести и релаксации грунтового основания;
- явление гистерезиса.

При этом модель не позволяет учитывать необратимость деформаций основания при загрузке – разгрузке и их накопление.

9.2.2. Качественные картины уплотнения водонасыщенных упругого и упруговязкого оснований практически совпадают. Отличие заключается в том, что в первом случае кривые "осадка - время" при постоянной нагрузке $q(t) = const$ в системе координат " $S - \frac{c_k \cdot t}{H^2}$ " являются инвариантными, а во втором - нет.

9.2.3. Основным отличием зависимостей уплотнения водо- и неводонасыщенного упруговязкого оснований является то, что в первом случае скорость относительной осадки $\bar{V} = \frac{1}{H} \cdot \frac{\partial S}{\partial t}$ зависит от толщины грунтового слоя H , а во втором - нет.

9.2.4. Рассчитанные в рамках модели упруговязкого основания деформации не зависят от того, водонасыщенное основание или нет, полностью обратимы. В этой связи данная модель плохо описывает свойства грунтовых оснований при их загрузке - разгрузке.

9.2.5. Модель упруговязкого водо- и неводонасыщенного оснований по сравнению с моделью упругого водо- и неводонасыщенного оснований является более общей. Иными словами, она позволяет более полно, точно и надежно учитывать свойства реальных грунтовых оснований.

9.3. Анализ полученных в рамках модели **упруговязкопластичного** водо- и неводонасыщенного основания результатов расчета осадок основания позволил нам сделать такие выводы.

9.3.1. Модель **упруговязкопластичного** (в том числе неводонасыщенного) основания позволяет учитывать:

- упругие деформации основания;
- явление последействия, в том числе явление ползучести и релаксации грунтового основания;
- явление гистерезиса;

- остаточные деформации (в том числе их накопление во времени и при загрузке – разгрузке).

9.3.2. Модель упруговязкопластичного водо- и неводонасыщенного оснований по сравнению с моделями упругого и упруговязкого водо- и неводонасыщенного оснований является более общей, т.к. позволяет учитывать пластичные деформации грунта.

10. В декартовой, цилиндрической (при учете осевой симметрии задачи) и сферической (при учете центральной симметрии задачи) системах координат получены точные общие решения задачи об определении напряженно – деформированного состояния упругого водонасыщенного основания. Все представленные в разделе решения получены в рамках теории взаимосвязанной фильтрационной консолидации.

11. Эти результаты обобщены на случай водонасыщенного обладающего свойством ползучести основания.

12. Для построения частных решений к общим решениям следует присоединить граничные и начальные условия.

13. Областью применения полученных перечисленных в пунктах 10...12 результатов является прогноз длительных деформаций водонасыщенных оснований фундаментов зданий и сооружений.

14. В рамках модели упругого водонасыщенного основания, теории взаимосвязанной фильтрационной консолидации и расчетной схемы полупространства получено точное решение об определении напряженно – деформированного состояния основания, находящегося под воздействием приложенной к его границе вертикальной сосредоточенной силы.

15. Продемонстрирована техника решения задач об определении напряженно – деформированного состояния водонасыщенных грунтовых оснований в рамках теории взаимосвязанной фильтрационной консолидации с использованием полученных нами общих решений задач теории взаимосвя-

занной фильтрационной консолидации. При этом рассмотрены случаи постоянной во времени и изменяющейся во времени по произвольному закону внешней нагрузки.

16. Получены необходимые для решения практических задач формулы для расчета осадки основания как функции времени и координаты. При этом рассмотрены постоянная и переменная во времени сосредоточенная сила.

17. В рамках модели упругого водонасыщенного основания и расчетной схемы полупространства, к верхней границе которого приложена распределенная по площади прямоугольника постоянная во времени нагрузка, разработан алгоритм расчета средних осадок загруженной области. Для этой цели предложено использовать табличный и аналитический способы расчета.

18. Полученные таким образом результаты (см. п. 17) обобщены на случай переменной во времени распределенной нагрузки.

19. В рамках модели обладающего свойством ползучести водонасыщенного основания и расчетной схемы полупространства, к верхней границе которого приложена сосредоточенная постоянная во времени сила, разработан алгоритм расчета осадок основания.

20. Эти результаты обобщены на случай переменной во времени сосредоточенной силы.

21. В рамках модели обладающего свойством ползучести водонасыщенного основания и расчетной схемы полупространства, к верхней границе которого приложена распределенная постоянная во времени распределенная нагрузка, предложены формулы для расчета средних осадок загруженной области.

22. Эти результаты обобщены на случай переменной во времени распределенной нагрузки.

23. Показано, что неучет ползучести грунтового скелета при расчете оснований по деформациям приводит к занижению средних осадок оснований

фундаментов.

В целом был сделан вывод о том, что полученные нами и изложенные в настоящей монографии результаты допускают естественное обобщение на решение задач об определении напряженно – деформированного **состояния упругих и обладающих свойством ползучести материалов** и выполненных из этих материалов конструкций в рамках теорий **взаимосвязанной термоупругости, взаимосвязанной термоупруговязкости и взаимосвязанной термоупруговязкопластичности.**