

Исследования континуальных моделей материалов, применяемых в механике сплошных сред

Дудченко Александр Владимирович

Аспирант

Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

E-mail: aleks_dud@mail.ru

Исследования континуальных моделей материалов, применяемых в механике сплошных сред

Аспирант Дудченко А.В.

Научный руководитель: дфмн, профессор Кузнецов С.В.

Московский государственный строительный университет

129337, г.Москва, Ярославское шоссе, д.26, корп. 13

тел./факс: +79260698812, e-mail: aleks_dud@mail.ru

В современной механике существует множество задач, связанных с гранулированными, неоднородными средами, такими как грунты, некоторые виды композиционных материалов и т.д. Для описания поведения данных материалов существуют различные методы и подходы такие как континуальные (упругие, пластические и т.д.) и дискретные (вероятностные, детерминистические и т.д.) рис.1. При этом во многих подобных задачах например в задаче о распространении волн в грунтах вполне достаточно использовать исключительно упругие модели, поскольку учёт нелинейных эффектов, связанных с пластическими свойствами грунта, незначительно влияет на окончательный результат.

Тем не менее, очень часто возникают задачи, связанные с необходимостью учёта диссипации энергии вследствие пластических свойств материала. К таким задачам относится взаимодействие сейсмических волн с сейсмическими барьерами, поведение зданий при сейсмических и вибрационных воздействиях, а также достаточно большой класс геотехнических задач, к которым относится оценка влияния строительства новых зданий и сооружений и расчет напряженно-деформированного массива грунта. Таким образом, выбор модели и понимание её работы при различных видах нагружения (статическое, динамическое) играет важную роль в механике гранулированных сред.

В данной работе было проведено исследование существующих и наиболее известных континуальных моделей пластических сред, таких как модели Дракера-Прагера, Мора-Кулона и модифицированный Кэм-Клэй. Одной из основных характеристик данных моделей является зависимость предельного напряжения при переходе в пластическое состояние от гидростатического давления. Данная особенность имеет большое значение в механике грунтов.

Решение задачи о поведении пластических моделей при действии малоциклового, квазистатического нагружения было проведено с помощью метода конечных элементов в программном комплексе Abaqus 6.12. Был смоделирован куб единичного размера, к которому со всех сторон прикладывалась циклическая нагрузка для моделирования объёмного и девиаторного нагружений. Задача решалась методом пластического течения, в случае модели критического состояния (модифицированный Кэм-Клэй) для случая ассоциированного пластического течения.

Было исследовано поведения данных моделей при действии малоциклового квазистатического нагружения для следующих параметров этих моделей:

1) Модель Мора-Кулона и Дракера-Прагера:

- варьирование математических параметров необходимых для сглаживания поверхностей пластичность (меридиональный и девиаторный эксцентриситеты, коэффициент потока, коэффициент демпфирования)
- варьирование физических параметров модели (угол внутреннего трения, дилатансия, когезия и параметры упрочнения)

2) Модифицированный Кэм-Клэй

- варьирование параметров, описывающих поверхность пластичности.

В результате данного исследования можно сделать следующие выводы:

- изменение математических параметров модели, таких как эксцентриситет и коэффициент потока влияют незначительно на форму гистерезисной петли и количество диссипированной энергии
- параметр демпфирования, введённый в численную схему для обеспечения сходимости может значительно повлиять на конечный результат, при этом использование очень малых значений этой величины может привести к отсутствию сходимости численной схемы
- физические параметры моделей, такие как когезия, угол внутреннего трения влияют как на форму гистерезисной петли так и на количество диссипированной энергии

В дальнейшем автором планируется проведение экспериментов над различными видами грунтов, такими как глины, пески, и т.д., с целью определения их свойств и подбора наиболее подходящей для них модели пластичности. В результате этого будут выбраны наиболее оптимальные модели, которые будут использованы в дальнейших расчетах автора, связанных с геотехникой и геомеханикой.

Источники и литература

- 1) С.В. Кузнецов Континуальные модели в механике сплошных сред // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2014, vol. 10, Issue 3, pp.82-104

Иллюстрации

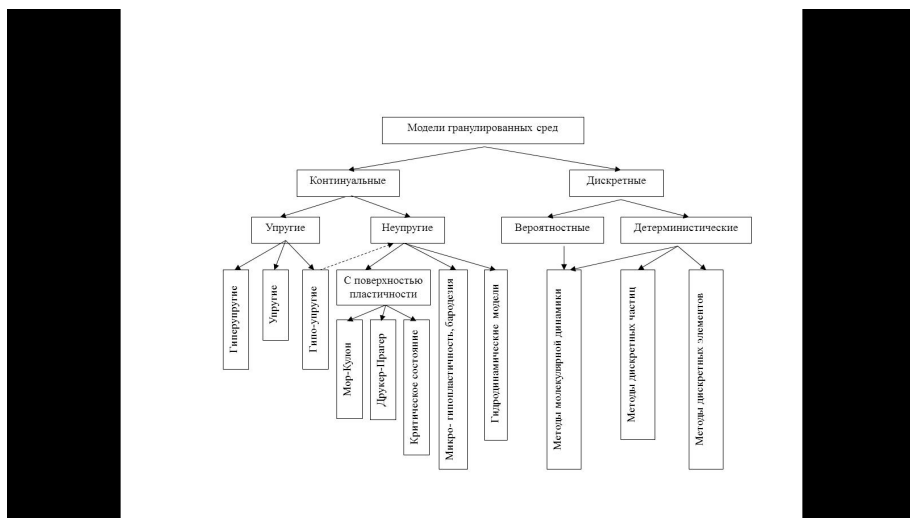


Рис. 1. Модели, применяемые при решении задач динамики гранулированных сред [1]