

**Оценка качества оптимизации параметров нелинейных моделей грунтов****Борцов Даниил Александрович**

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра инженерной и экологической геологии, Москва, Россия

E-mail: danjgt@rambler.ru

Специализированные нелинейные модели дисперсных грунтов, реализованные в численных программных комплексах, описываются большим количеством взаимосвязанных параметров, непосредственное определение которых в ходе инженерно-геологических изысканий связано с целым рядом сложностей. Целью настоящего исследования является разработка методики оценки качества оптимизации и формулировка рекомендаций по выбору нелинейной модели механического поведения для отдельных разновидностей грунта на примере моделей *Soft Soil* и *Hardening Soil*, как наиболее универсальные и распространенные.

Для имеющейся выборки результатов трехосных испытаний обе модели позволили получить коэффициент детерминации значительно выше 80%. Однако визуальное сравнение результатов моделирования зависимости деформаций от девиатора напряжений с экспериментальной кривой показало, что высокие значения  $R^2$  не обеспечивают оптимального моделирования, таким образом, этот параметр не может рассматриваться как метод количественной оценки качества оптимизации.

При первичной обработке модель *Soft Soil* чаще показывает лучшую сходимость с реальными образцами, однако даже при дополнительной обработке модель часто завышает жесткость близи точки разрушения (рис. 1). Модель *Hardening Soil* использует большее число параметров, в связи с чем ее сложнее откалибровать под реальные образцы, т.к. даже специализированные методы не дают хорошего результата. Лучшие результаты для модели *Hardening Soil* достигаются использованием различных методов оптимизации для каждого конкретного образца.

В результате оптимизации были получены наборы параметров, позволяющие удовлетворительно моделировать поведение рассмотренных образцов переуплотненных юрских глин.

**Источники и литература**

- 1) Brinkgreve R. B. J. Geomaterial Models and Numerical Analysis of Softening 1994.
- 2) Brinkgreve R. B. J., Engin E., Swolfs W. M. Plaxis 3D. Руководство пользователя / R. B. J. Brinkgreve, E. Engin, W. M. Swolfs, Санкт-Петербург: ООО «НИП-Информатика», 2011.
- 3) Duncan J. M., Chang C. Y. Nonlinear analysis of stress and strain in soil // ASCE Journal of the Soil Mechanics and Foundations. 1970. (96). С. 1629–1653.
- 4) Schanz T., Vermeer P. A., Bonnier P. G. The hardening soil model: formulation and verification Rotterdam: Balkema, 1999. С. 1–16.
- 5) Vermeer P. A., De Borst R. Non-associated plasticity for soils, concrete and rock / P. A. Vermeer, R. De Borst, Heron, 1984. 62 с.

**Иллюстрации**

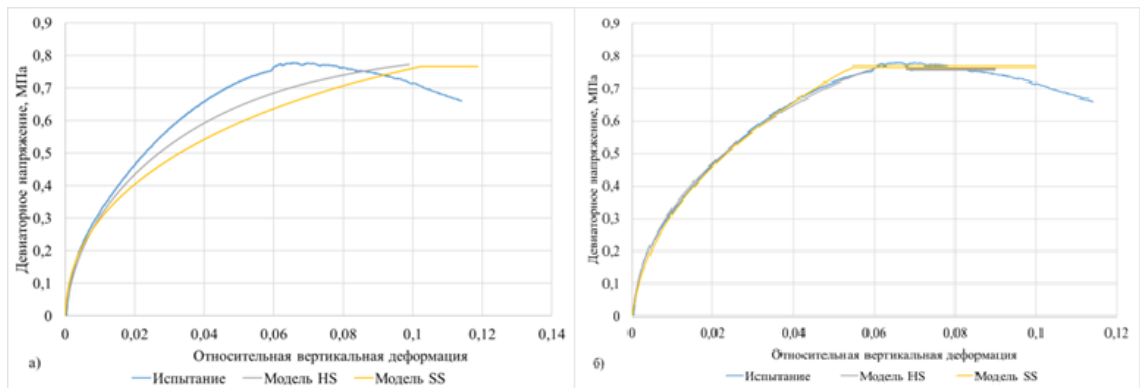


Рис. 1. Рис. 1. Обработка образца №3 (до оптимизации (а) и после оптимизации (б))