

УДК

П.А. МАЛИНИН, зам. директора, А.В. ВОРОБЬЕВ, А.А. ЖЕМЧУГОВ,
А.П. ШЕСТАКОВ, инженеры, «ИнжПроектСтрой» (Пермь)

Современный программный комплекс для геотехнических расчетов методом конечных элементов

Представлен новый программный комплекс на основе метода конечных элементов для геотехнических расчетов. Отличительной особенностью комплекса является возможность описания поведения грунтового массива при помощи модели двойного упрочнения с физико-механическими характеристиками и критериями прочности, зависящими от гидростатического давления в окружающем грунте.

Ключевые слова: программы Alterra, GeoSoft, геотехнические расчеты, метод конечных элементов.

В условиях жесткой конкуренции на рынке строительных услуг все большую роль играет умение проектировщика получить максимально приближенный к реальности результат расчета, что позволяет оптимизировать конструкцию и снизить затраты на ее производство. В связи с этим широкое распространение получают программные продукты, реализующие численные методы решения задач строительства и использующие сложные модели поведения моделируемой среды.

Существует два подхода к геотехническим расчетам. Первый подход основан на инженерных методах, которые хорошо зарекомендовали себя как достаточно простые, не требующие сложных вычислений. Однако за эту «простоту» проектировщику приходится расплачиваться завышенными коэффициентами надежности и, как следствие, удорожанием объекта строительства. Зачастую данные методы вообще неприменимы для сложных геотехнических задач.

Второй подход использует численные методы расчетов, реализованные в современных программных комплексах, которые позволяют решать широкий спектр задач любой сложности. Одной из таких программ является программный комплекс Alterra (рис. 1).

Программа Alterra основана на методе конечных элементов и предназначена для выполнения комплексных геотехнических расчетов.

Реализованная в программе модель двойного упрочнения грунта (рис. 2) имеет существенные преимущества перед широко распространенной моделью Мора–Кулона, главным из которых является отсутствие понятия «глубина сжимаемой толщи». При использовании линейно-упругой модели или упругопластической модели Мора–Кулона величина деформаций основания зависит от линейных размеров расчетной модели, и чем больше глубина расчетного слоя, тем большие осадки получаются в результате решения. Такое решение далеко не однозначно и, как следствие, неэффективно.

При использовании модели двойного упрочнения прочность грунтового массива возрастает с ростом глубины, и

объем грунта, вовлеченный в работу, определяется автоматически.

Еще одной важной особенностью программы Alterra является наличие коэффициента разгрузки, введенного во все модели поведения грунта, который повышает деформативные характеристики материала при разгрузке, что избавляет от проблемы чрезмерного пучения грунта дна котлована при экскавации.

Программа Alterra позволяет решать следующие виды задач: определение бытового давления в грунтовом массиве; расчет ограждения котлована (с анкерным или распорным креплением) (рис. 3); расчет осадки фундамента; влияние нового сооружения на окружающие здания; определение призмы скольжения в оползневом склоне (рис. 4) и расчет вариантов укрепления склонов при помощи анкеров, нагелей, гравитационных стен или габионов.

Благодаря встроенному CAD редактору программа Alterra позволяет создавать расчетные схемы любой сложности, а также импортировать расчетные схемы из AutoCAD.

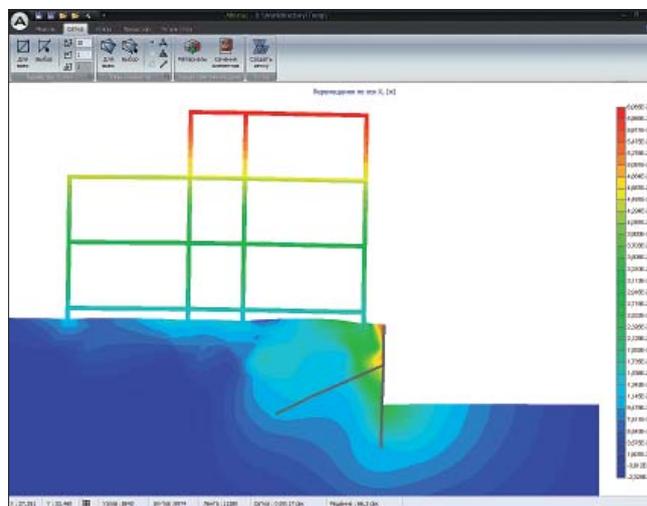


Рис. 1. Расчет ограждения котлована

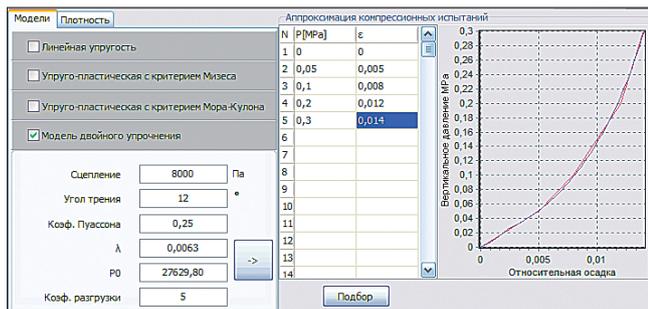


Рис. 2. Расчетные модели

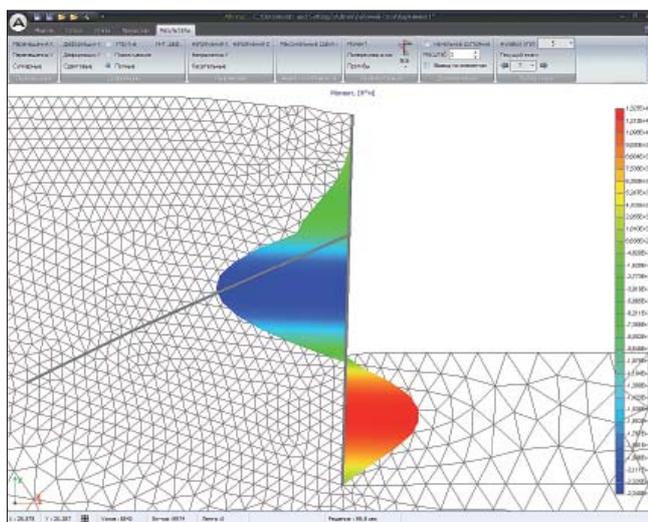


Рис. 3. Эпюра изгибающего момента в ограждении

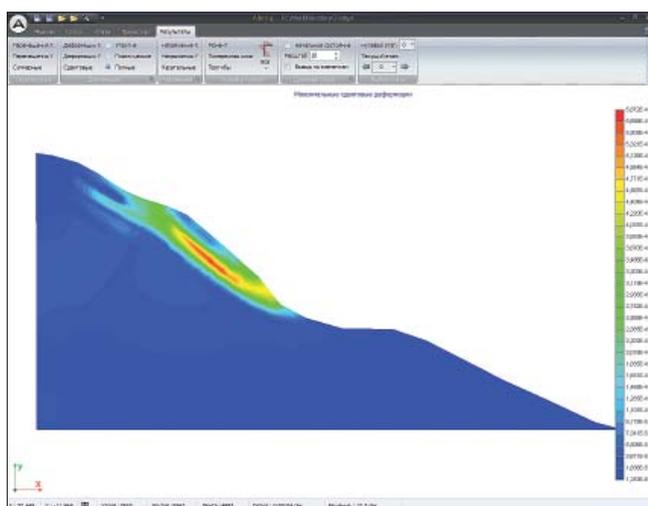


Рис. 4. Расчет устойчивости откоса

При расчете может быть использовано неограниченное количество этапов нагружения, граничные условия в нагрузках и перемещениях. Расчет может быть выполнен в плоскодеформированном состоянии или с условием осевой симметрии.

При выводе результатов программа позволяет отдельно оценить напряженно-деформированное состояние в грунтовом массиве и балочных элементах.

Следует отметить, что при всех достоинствах конечно-элементных программ существует и ряд ограничений при работе с ними. В первую очередь это квалификация инженера, который должен как минимум обладать базовыми знаниями механики грунтов и основ метода конечных элементов для выбора расчетной модели. В противном случае возможен некорректный анализ результатов расчета или некорректное создание расчетной модели, что приведет к абсолютно неверным результатам.

Вторым важным фактом является наличие полного отчета по инженерно-геологическим испытаниям. Если инженерные методики довольствуются минимальным набором параметров, определяемых при испытаниях, таких как удельный вес, сцепление и угол внутреннего трения, то для задания входных параметров к нелинейным моделям поведения материала требуется набор кривых нагрузка-осадка, определенный при испытаниях образцов.

При проектировании геотехнических сооружений перед проектировщиком стоит задача выбора оптимального решения. Для определения всех параметров окончательной конструкции инженеру приходится проводить серию расчетов. Проектировщик должен выполнить расчеты для разных типов ограждений, фундаментов, рассмотреть все допустимые варианты и дать оценку каждому из них. Производить серию расчетов по десяткам расчетных схем в программах, основанных на методе конечных элементов, является очень трудоемкой задачей. Намного рациональнее сравнивать различные схемы в программах, реализующих инженерные методы, и уже после того как останутся наиболее рациональные варианты, воспользоваться более сложной программой.

Использование простых программ компании GeoSoft, таких как GeoWall, GeoStab и GeoPlate [1, 2], одновременно с более универсальной программой Alterra позволяет быстро и качественно подготовить геотехническое обоснование выбора проектного решения любой сложности.

Список литературы

1. Малинин П.А., Жемчугов А.А., Гладков И.Л. Расчет ограждений котлованов с помощью специализированных программных комплексов // Жилищное строительство. 2010. № 6. С. 45–46.
2. Малинин А.Г., Малинин П.А., Чернопазов С.А. Программы для геотехнических расчетов // Жилищное строительство. 2009. № 2. С. 38–39.



ТЕЛ.: (342) 219-61-03, 219-63-14
E-MAIL: INFO@GEO-SOFT.RU
WWW.GEO-SOFT.RU

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

- ALTERRA - конечно-элементная программа для геотехнических расчетов
- GEO WALL - расчет ограждения котлованов
- GEO STAB - расчет устойчивости склонов и откосов
- GEO ANCHOR - расчет несущей способности анкеров
- GEO PLATE - расчет осадки свайно-плитных фундаментов
- GEO PILE - расчет несущей способности свай