

ПРОГРАММА RUST — ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ МАССИВОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАБЕРЕЖНЫХ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ

Расчеты устойчивости грунтовых массивов, находящихся в естественном состоянии, после техногенного вмешательства или нагружения их сооружениями, являются одними из наиболее ответственных и трудоемких в проектной практике. Для их выполнения были разработаны и автоматизированы методы, содержащие различные правдоподобные гипотезы и упрощающие допущения. В настоящее время имеется большое количество программ для ЭВМ, обслуживающих эти расчеты. Однако они позволяют вести расчеты лишь по заранее заданным тем или иным способом поверхностям скольжения при сравнительно простой или искусственно упрощенной геомеханической модели. Существенное упрощение этой модели повышает возможность ошибочного, обычно в сторону завышения устойчивости, решения задачи. Те программы, которые используют методы поиска поверхностей скольжения (в том числе вариационные) имеют еще большие ограничения на сложность геомеханической модели и часто не дают удовлетворительного решения этой сложной многоэкстремальной задачи.

Ниже описана программа RUST, разработанная в институте Гипроречтранс более 10 лет назад. Она обеспечивает быстрое нахождение экстремальных поверхностей скольжения, обладает достаточно удобным и развитым сервисом и позволяет выполнять расчеты в полном соответствии с требованиями СНиП [1...3]. Реализованный в программе «метод блоков» изложен в [4, 5].

Для решения многоэкстремальной вариационной задачи применен один из численных методов динамического программирования, учитывающий специфику задачи. При этом осуществляется просмотр m^n возможных поверхностей скольжения, где m — может быть в пределах от 10 до 400, а n — от 10 до 100.

Всего с помощью программы RUST выполнено несколько тысяч расчетов для ряда ведущих проектных организаций страны, в том числе, расчеты массивов грунта и сооружений, потерявших устойчивость. Последнее позволило дать положительную оценку достоверности примененных методов и алгоритма [5]. Выполнены были также многочисленные сопоставления с расчетами по другим программам, используемым в настоящее время [6], которые показали определенные преимущества программы RUST.

Программа RUST имеет несколько модификаций, отличающихся, главным образом, сервисом, ориентированным на разных пользователей. В частности, имеется модификация, предназначенная для расчетов устойчивости:

1) безанкерных и одноанкерных шпунтовых подпорных стен (больверков), в том числе, причальных и городских набережных (в полном соответствии с требованиями [1...4];

2) оползневых склонов и откосов с расположенными на них или поблизости зданиями и сооружениями, включая береговые примыкания подводных переходов трубопроводного транспорта.

Эти и другие модификации использовались также для расчетов склонов и откосов, примыкающих к железнодорожным тоннелям, подходов насыпей у железнодорожных мостов, зданий на косогорах и площадках, примыкающих к откосам, берегозащитных дамб, конструкций из армированного грунта и др.

Взаимодействие пользователя с программой осуществляется при помощи специально разработанной иерархической системы меню. Ввод исходной информации может быть осуществлен полностью или частично с пульта, а также из архивного файла. Входная информация может быть записана в архивный файл и просмотрена в графической интерпретации на экране монитора.

После команды на выполнение расчета производится автоматическая проверка исходных на предельные значения, совместимость, вероятность сочетания, соответствие требованиям норм и др. В случае «фатальной» ошибки расчет не выполняется и указывается причина ошибки. Если имеется только вероятность ошибки в исходных данных или снижения точности расчета из-за неудачно составленной геомеханической модели, то дается предупреждение, которое пользователь вправе игнорировать.

В программе предусмотрен контроль за ходом расчета. На информационном табло показывается общее число блоков, на которые разделен массив грунта, номер блока и продолжительность счета, а также заполняется специальная линейка, по которой можно судить о размере блока при его обработке.

По окончании расчета его результаты могут быть выданы на экран в виде откомментированных

© А.М. Романов, В.Э. Даревский, 1998

ванных таблиц, включая исходные данные, или в виде цветной или черно-белой графической картинке на черном или белом фоне, на которой изображена в разрезе геомеханическая модель со всеми нагрузками, сооружениями и сопроводительными надписями. На картинке показаны также наихудшая и другие экстремальные поверхности скольжения и границы массива грунта, в которых обеспечена достоверность расчета. В первой модификации показаны также равновесные поверхности, которые необходимо знать для правильного выбора заглубления шпунта. Масштаб изображения экрана монитора и листа бумаги по высоте. Поэтому для пологих склонов изображение может занимать несколько экранов и просматриваться с помощью горизонтального сдвига — скроллинга. По желанию пользователя масштаб изображения может быть изменен, например, чтобы разместить изображение на одном экране. Текстовый и графический материал можно дополнить с пульта необходимыми надписями и псевдографикой, причем во второй модификации эти воз-

можности могут быть записаны в архивные файлы и распечатаны на широкой бумажной ленте.

В памяти ПЭВМ до выполнения следующего расчета сохраняются служебные файлы с промежуточными результатами, включая эпюры полного оползневое давления на границах расчетных блоков. Эта громоздкая информация, при необходимости, в сжатом отредактированном виде может быть помещена в архивный файл и/или выдана на печать.

Благодаря быстродействию, простоте внесения изменений в исходные данные и хорошей наглядности программа RUST может быть использована для массовых расчетов, математического моделирования склоновых процессов и их мониторинга. При этом наш опыт показывает, что применение программ такой сложности, как RUST, наиболее эффективно при участии разработчиков, и.к. только они могут обеспечить качественное сопровождение, постоянное совершенствование и использование в особо сложных случаях.

Программа позволяет учесть до 30 инженерно-геологических

элементов (слоев грунта); до 60 точек, описывающих поверхности слоев грунта; горизонтальное или наклонное сейсмическое воздействие (до 9 баллов); до 400 сил, приложенных внутри массива грунта; до 40 ступеней постоянных и временных распределенных нагрузок на поверхности грунта; до 30 рядов вертикальных свай или горизонтальных элементов армирования грунта. Продолжительность счета — от 1 до 10 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.02.01-83. Основания здания и сооружений
2. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений
3. СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования.
4. Проектирование причальных набережных. Пособие к СН-РФ 54.1-85. Кн.4. Общая устойчивость.-М.:Гипроречтранс, 1991.-108 с.
5. Романов А.М., Даревский В.Э. Количественная оценка оползневой опасности в проектной практике // Основания, фундаменты и механика грунтов.-1995.-№5.-С.10-13.
6. Даревский В.Э., Романов А.М. К расчету оползневой опасности и максимального оползневое давления вариационным методом // Основания, фундаменты и механика грунтов.-1994.-№2.-С.31-32.

**А.М.Романов — инженер,
Гипроречтранс**

**В.Э.Даревский — канд.
техн. наук, Гипроречтранс**

Учредитель: Ассоциация «Фундамент»

Регистрационный номер 460

Адрес редакции: 109428, Москва, 2-я Институтская, д.6, НИИОСП, тел. 170-27-53

Оригинал-макет подготовлен в редакции

Техническое редактирование
и художественное оформление Е.Н.Миронова

Подписано в печать 16.03.98. Формат 60x88x1/8. Бумага офсетная. Уч.-пзд.л. 4,9. Усл.печ.л.4. Заказ № 376.

СТРОЙИЗДАТ, 101442, МОСКВА, ДОЛГОРУКОВСКАЯ УЛ., 23-А

Отпечатано в Подольском филиале Чеховского полиграфкомбината, 142110, Подольск, ул. Кирова, д. 25