

$x/c$	0	1	2	3	4	5	7	10	15	20
$\xi$	$\infty$	1,000	0,500	0,333	0,256	0,200	0,143	0,100	0,057	0,050
$F$	3,525	1,038	0,505	0,335	0,251	0,200	0,143	0,100	0,057	0,050
расх.	$\infty$	3,540	0,990	0,600	0,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Из приведенной таблицы видно, что при  $\frac{x}{c} \geq 1$  расхождение обоих значений незначительно; поэтому при  $\frac{x}{c} \geq 1$  решение Жемочкина Б.Н. можно с известным приближением заменить решением Буссинеска.

Таким образом, осадку в некоторой точке А поверхности упругого основания от силы Р, приложенной в точке В будем вычислять по формуле:

$$\delta = \frac{P \cdot (1 - \nu_0^2)}{\pi \cdot E_0 \cdot c} \cdot \xi_{\alpha, \beta},$$

где  $\xi_{\alpha, \beta}$  – функция зависящая от координат: точек А и В, значения которой приведены в таблице выше.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афендульев, А.А. Применение метода сил при расчете балок на связном упругом основании / А.А. Афендульев, П. С. Скипский // Труды Г.И.С.И., 1956. – 25 с.
2. Афендульев, А.А. К вопросу расчета балок на упругом основании при односторонней связи / А.А. Афендульев, П.С. Скипский // Труды Г.И.С.И., 1956. – 25 с.
3. Клепиков, С.Н. Расчет конструкций на упругом основании / С.Н. Клепиков. – Киев: Будівельник, 1967. – 183 с.

УДК 624.1

#### РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ МЕТОДОМ НАКЛОННЫХ СИЛ

**А.Д. МАТВЕЕВА**

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.П. КРЕМНЕВ, Н.Н. ВИШНЯКОВ)

*Проводится сравнительный анализ метода наклонных сил и метода круглоцилиндрических поверхностей при расчете устойчивости грунтовых откосов. Приведен пример расчета устойчивости грунтового откоса методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения и методом наклонных сил.*

В практике строительства часто возникает необходимость оценки устойчивости откосов. Это касается как откосов природного происхождения, так и полученных искусственно в результате устройства дамб, плотин и т.п. Ошибки при решении задачи устойчивости откосов могут привести к потере устойчивости и образованию оползня. Опасность образования оползня усугубляется тем, что обрушение грунтовых масс, как правило, происходит внезапно и захватывает значительные по объему участки грунта. Такое обрушение стенок траншей или котлованов может привести к гибели рабочих, а в случае образования оползня вблизи здания или сооружения к его практически полному разрушению. Даже небольшая прослойка слабого грунта в теле откоса, игнорируемая при проведении изысканий в обычных условиях, может стать роковой для откоса. Устранение последствий обрушения откоса, как правило, приводит к значительным денежным затратам. Поэтому оценка устойчивости откоса является одной из важнейших задач механики грунтов.

Наиболее распространенным методом расчета устойчивости откоса является метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Принцип расчета заключается в том, что мы задаем поверхность скольжения с центром в точке О, и для нахождения коэффициента запаса устойчивости определяется сумма моментов удерживающих к сумме моментов сдвигающих:

$$\eta = \frac{M_{уд}}{M_{сд}}$$

огласно ТКП /1/ откос считается устойчивым, если  $\eta > 1.15$ .  
 Еще одним методом, который позволяет оценить устойчивость откоса, является метод наклонных сил. Приведем краткую последовательность расчета согласно расчетной схеме, представленной на рис.1 .

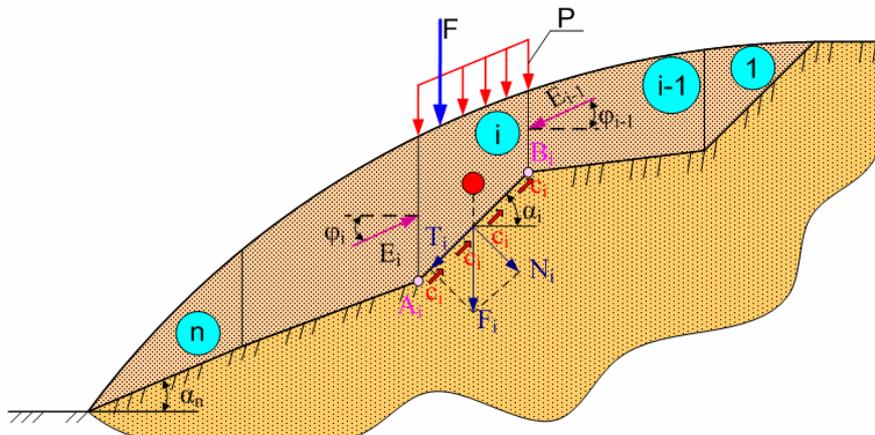


Рис. 1. Расчетная схема метода наклонных сил.

Сползающий массив грунта разбивают вертикальными плоскостями на ряд отсеков и рассматривают силы, действующие на каждый из них, начиная сверху вниз. При рассмотрении каждого отсека учитывают вес грунта отсека, который раскладывают на два направления: перпендикулярное плоскости сдвига этого отсека и параллельное ей, силы сцепления и трения. Дополнительно на нижележащие отсеки действует оползневое давление от вышележащих отсеков  $E_{i-1}$  и неизвестное оползневое давление на нижележащие отсеки  $E_i$ .

Рассматривая уравнение равновесия всех сил на прямую АВ позволяет найти неизвестное давление  $E_i$ , передаваемое на следующий отсек.

Расчет начинают с первого отсека, для которого давление предыдущего отсека равно нулю. Переходя от отсека к отсеку считают давление последнего отсека  $E_n$ . Расчетная схема метода наклонных сил приведена на рисунке 1.

Достоинства и недостатки приведенных выше методов приведены в Таблице 1.

Название метода	Общая характеристика, применение	Достоинства	Недостатки
1. Метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения	1. Склоны сложены однородными грунтами. 2. Сползание грунта происходит лишь в результате вращения оползающего массива, поверхность скольжения представлена дугой. 3. Оползающий массив рассматривается как некоторый твердый блок, участвующий в одном общем движении.	Метод является относительно простым и имеет программное обеспечение.	1. Трудоемкость в определении центров поверхностей скольжения. 2. Не учитывает влияние слабых прослоек в толще откоса. 3. Расчет ведется только по круглоцилиндрическим поверхностям.
2. Метод наклонных сил	1. Применяется в случаях, когда склон сложен разнородными грунтами. 2. Оползень происходит по известной произвольной поверхности скольжения.	1. Оценка устойчивости для разнородной оползневой толщи грунтов. 2. Произвольное очертание поверхности скольжения.	Метод не может быть использован при поверхности скольжения, проходящей практически параллельно склону.

Рассмотрим для примера откос плотины и рассчитаем его методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения и методом наклонных сил. Откос сложен следующими грунтами: суглинок прочный, супесь прочная, а также имеется слабая песчаная прослойка грунта.

Вначале выполняем расчет по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Расчетная схема с указанием наиболее опасной поверхности скольжения приведена на рис.2.

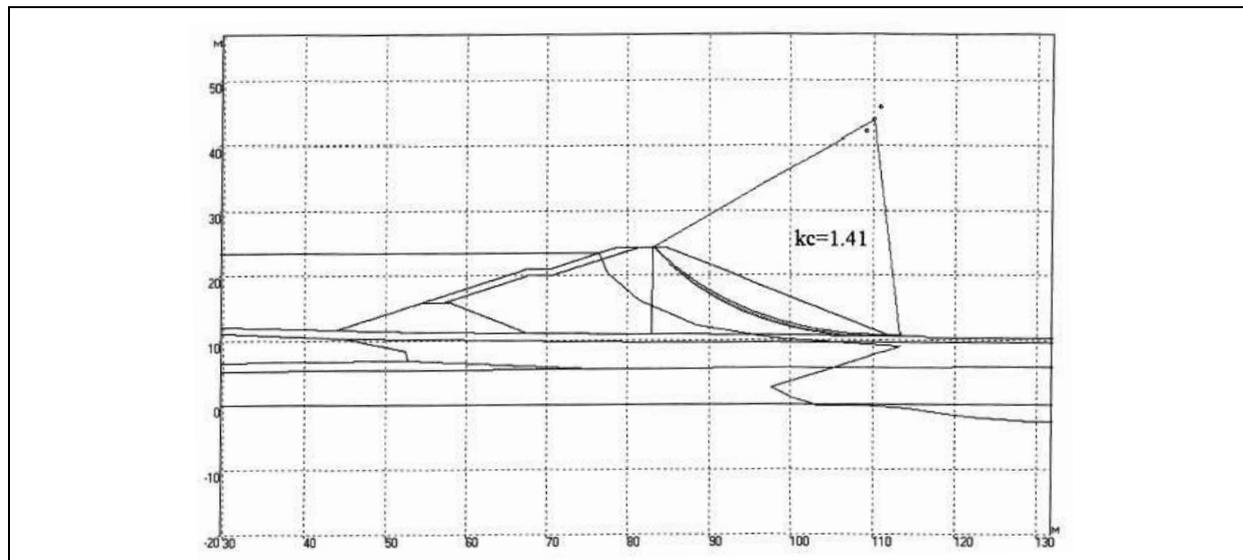


Рис. 2. Расчетная схема метода круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

По результатам расчета получаем минимальный коэффициент устойчивости, равный 1,41, что означает, откос находится в устойчивом состоянии.

Затем выполним расчет устойчивости откоса методом наклонных сил, проведя линию предполагаемого обрушения по депрессионной кривой (Рис 3).

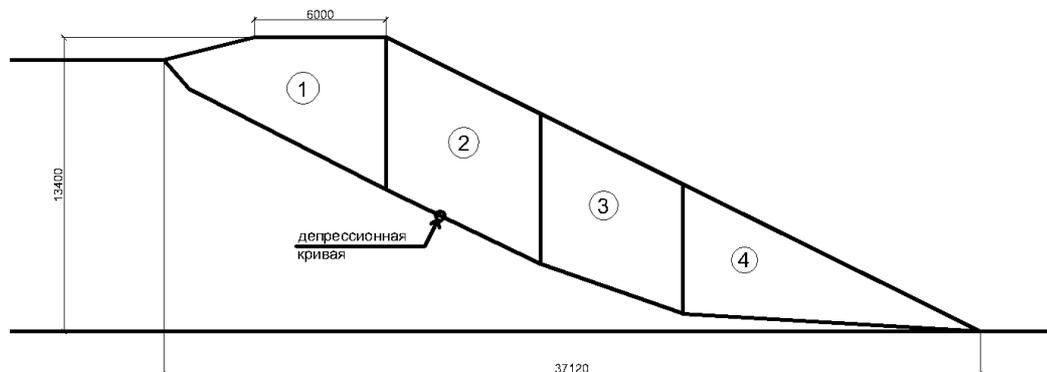


Рис. 3. Расчетная схема откоса метода наклонных сил.

Согласно расчетной схеме, необходимо определить давления на блок №4. Последовательно определяя давление на каждый блок, находим  $E_4 = -164.288$  кН. Поскольку давление получается с отрицательным знаком, откос находится в неустойчивом состоянии. Другими словами, может произойти обрушение данного откоса.

Сравнивая результаты расчетов, можно сделать вывод, что при расчете устойчивости откосов, в теле которых наблюдаются слабые прослойки грунта, более точным оказывается метод наклонных сил.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения : ТКП 45-5.01-254-2012. – Введ. 5.01.2012. – Минск : Минстройархитектуры, 2012. – 102 с.
2. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты (включая специальный курс инженерной геологии) / Б.И. Далматов. – 2-е изд. прераб. и доп. – Ленинград : Стройиздат Ленинградское отделение, 1988. – 415 с. с ил.