

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗА УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВОЙ ДАМБЫ

Гурьев Дмитрий Витальевич (аспирант, КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева);  
Караблин М.М. (ведущий инженер ОАО "Кузбассгипрошахт")  
Научный руководитель: Бахаева Светлана Петровна, д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Зачастую на горнопромышленных предприятиях необходимо проведение оперативной оценки устойчивости грунтовой дамбы с целью определения ее технического и эксплуатационного состояния. Одним из критериев надежности дамб является коэффициент запаса устойчивости, характеризуемый минимальным отношением обобщенных предельных реактивных сил сопротивления к активным сдвигающим силам. В большинстве случаев определение коэффициента запаса является трудоемкой задачей и эксплуатационный персонал не имеет возможности оперативной оценки надежности грунтовой дамбы. Поэтому возникает необходимость в автоматизации расчета устойчивости.

Параметрами для моделирования напряженно-деформированного состояния грунтовой дамбы являются: поверхность откосов, линия контакта с основанием, гребень, поверхность скольжения. В графическом виде указанные параметры представляются прямыми, реже кривыми линиями, находящимися в одной плоскости. Для моделирования отдельных элементов дамбы использована прямоугольная система координат, началом которой принята нижняя бровка низового откоса, ось абсцисс совпадает с линией горизонта, ось ординат отражает высотные отметки. Положение элементов на плоскости определено уравнениями в координатной форме, представленными в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Уравнения элементов грунтовой дамбы

Элемент	Уравнение	Переменные формул
Низовой откос	$y_i^{н.о.} = \frac{x_i}{m_1}$	$m_1, m_2$ – коэффициенты заложения соответственно низового и верхового откосов; $h_d$ – высота насыпного сооружения, м; $b$ – ширина гребня, м; $\alpha$ – угол наклона основания, град.
Гребень	$y_i^{гп.} = h_d$	
Верховой откос	$y_i^{в.о.} = -\frac{x_i}{m_1} + \frac{m_2 h_d + b}{m_1} + h_d$	
Основание	$y_i = x_i \tan \alpha$	

Описание положения поверхности скольжения в теле дамбы и основании производится уравнением, определенным на основе геометрических построений и методов аналитической геометрии. Поверхность скольжения в теле дамбы на горизонтальном прочном основании (рисунок 1) представлена кривой, по форме близкой к тангенциальной:

$$y_i = x_i \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_{1-5}}{x_5} x_i\right). \quad (1)$$

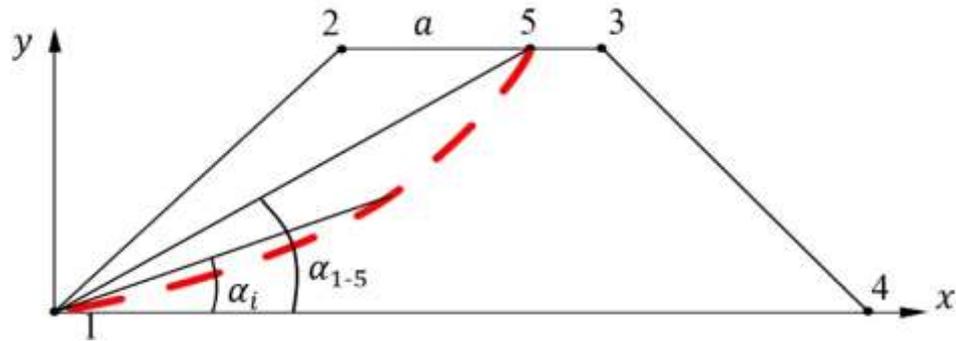


Рисунок 1. Схема построения поверхности скольжения в теле дамбы на горизонтальном прочном основании

При наличии горизонтального слабого основания (рисунок 2) поверхность скольжения в теле дамбы имеет круглоцилиндрическую форму:

$$y_i = y_{O_1} - \sqrt{R^2 - (x_i - x_{O_1})^2}; \quad (2)$$

в основании – близка к дуге окружности:

$$y_i = y_{O_2} - \sqrt{\left(l_{5-O_2} + \Delta_R(l_{7-5} - x_i + x_7)\right)^2 - (x_i - x_{O_2})^2}. \quad (3)$$

где  $\Delta_R$  – изменение радиуса от  $l_{5-O_2}$  до  $l_{7-O_2}$ .

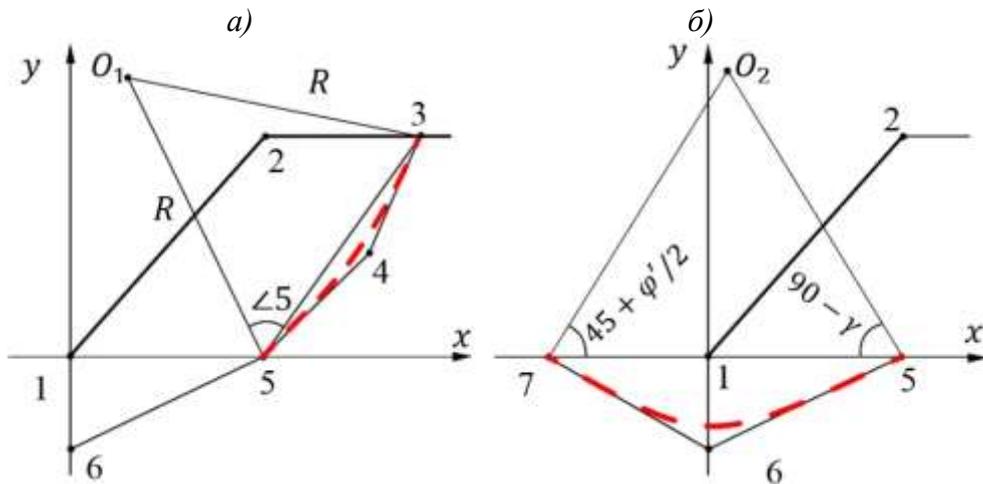


Рисунок 2. Форма поверхности скольжения для дамбы на горизонтальном слабом основании: в массиве (а) и слабом основании (б)

В теле дамбы с наклонным слоистым основанием (рисунок 3) поверхность скольжения также круглоцилиндрической формы:

$$y_i = y_{O_3} - \sqrt{R^2 - (x_i - x_{O_3})^2}; \quad (4)$$

в основании совпадает с линией контакта:

$$y_i = x_i \operatorname{tg} \alpha. \quad (5)$$



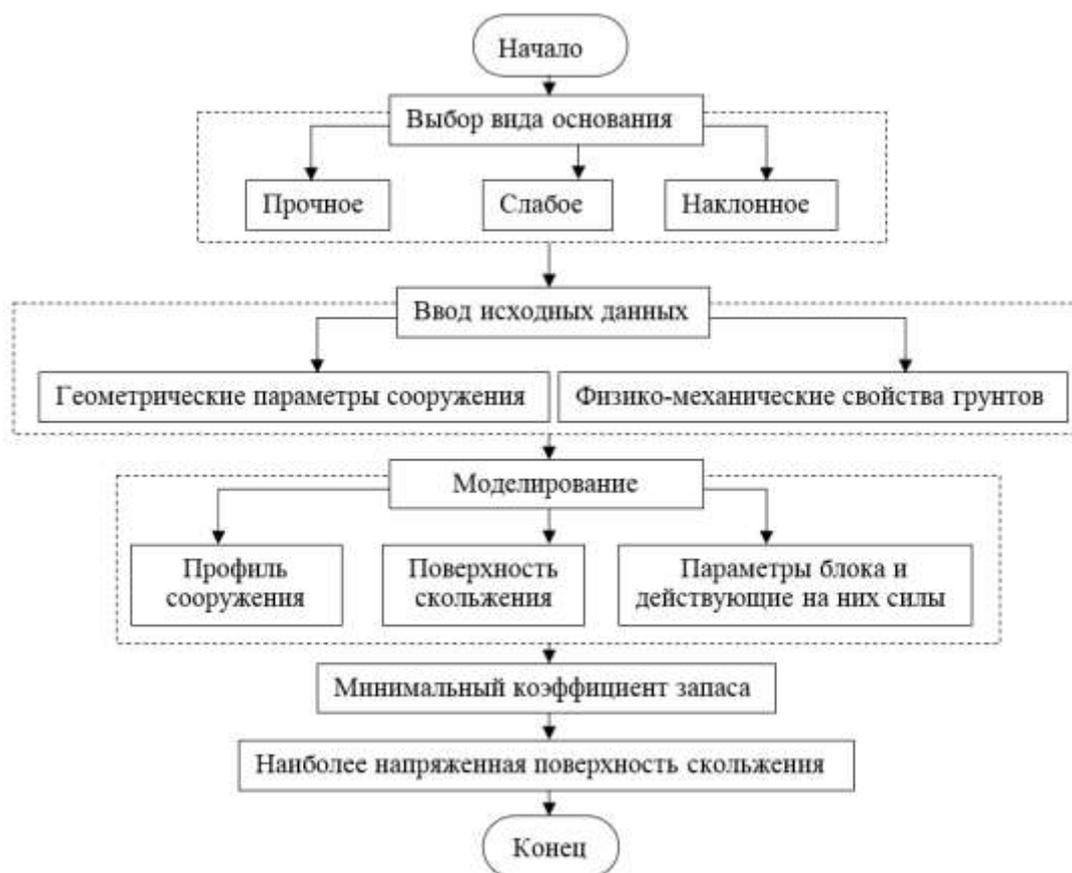


Рисунок 5. Алгоритм расчета минимального коэффициента запаса устойчивости

Список литературы:

1. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов – М. : Мин-регион России, 2012.
2. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах – СПб. : ВНИМИ. – 1998. – 208 с.
3. Свидетельство № 2015617755 о государственной регистрации программы для ЭВМ "Устойчивая насыпь" / авт. Гурьев Д. В., Караблин М. М. // заявл. 23.04.2015; №2015613416; зарегистр. 22.07.2015.
4. Гурьев Д. В. Обобщение характеристик дисперсных грунтов техногенных массивов на примере Кузбасса / Д. В. Гурьев // Вестник КузГТУ. – 2015. – №3. – С. 31-36.