

5. Алексеев С.И. Автоматизированный метод расчета фундаментов по двум предельным состояниям./ Алексеев С.И. — Псков: Псковский политехнический институт Санкт-Петербургского государственного университета, 1996. — 206с.
6. Алмазов В.О. Проблемы сопротивления зданий прогрессирующему разрушению / В.О. Алмазов, А.И. Плотников, Б.С. Расторгуев // Научно-технический журнал Вестник МГСУ, № 2. Т.1. 2011. Периодическое научное издание. Москва. МГСУ. — с. 15-20.
7. Дьяков И. М. Предпосылки и некоторые аспекты применения теории живучести к оценке работы подпорных стен на запредельные нагрузки / И. М. Дьяков // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — Симферополь : НАПКС, 2011. — Вып. 39. — С. 29—34.
8. Дьяков И. Оценка живучести отдельно стоящих фундаментов на основе изучения процесса их разрушения / Игорь Дьяков // MOTROL. — Commission of motorization and energetics in agriculture : Polish Academy of sciences. — Lublin, 2013. — Vol. 15, № 5. — P. 115—122.
9. Дьяков И. М. Живучесть фундаментов и ее роль в прогрессирующем разрушении зданий и сооружений / И. М. Дьяков // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — Симферополь : НАПКС, 2013. — Вып. 46. — С. 63—71.
10. Ключева Н.В. Метод экспериментального определения параметров живучести железобетонных стержневых систем / Н.В. Ключева, А.С. Бухтиярова, А.А. Дорофеев // Материалы междунар. науч.-техн. конф. "Строительная наука-2010: теория, практика и инновации - Северо-Арктическому региону». Архангельск : САФУ, 2010. — С. 191-200.
11. Ключева Н.В. Алгоритм расчета живучести статически неопределимых железобетонных балок / Н.В. Ключева, Н.Б. Андросова, А.С. Бухтиярова // Изв. ОрелГТУ. Сер. Строительство. Транспорт. 2007. № 3. С. 14-22.
12. Колчунов В.И. К вопросу алгоритмизации задачи расчета живучести железобетонных конструкций при потере устойчивости / В.И. Колчунов, М.В. Моргунов, Л.В. Кожаринова, Н.О. Прасолов // Труды юго-западного государственного университета. Промышленное и гражданское строительство, №12, 2012. — с. 52-54.
13. Тамразян А.Г. Рекомендации к разработке требований к живучести зданий и сооружений // Научно-технический журнал Вестник МГСУ, № 2. Т.1. 2011. Периодическое научное издание. Москва. МГСУ. — с. 77-83.

УДК 624.131.543

ВИДЫ КАТАСТРОФ В ОПОЛЗНЕВОМ ПРОЦЕССЕ

Ефремов А.В.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Описаны виды катастроф оползней, возникающих в процессе перехода оползней из стационарного положения (устойчивое и неустойчивое) в активное состояние. Раскрыты сущность катастроф различного вида и условия их возникновения. Дана классификация вида катастроф и их характеристика в различных условиях поведения. Исходя из положений второго закона Ньютона о движении тел по наклонной плоскости, выявлено соотношение между силами сдвига пород оползня и силами сопротивления их сдвигу.

Оползни, катастрофы, устойчивое поведение, равновесное поведение, трёхмерное пространство

ВВЕДЕНИЕ

Для решения задач о своевременности предупреждения и эффективности инженерной защиты объектов различного функционального назначения расположенных на территории оползня, необходимо знать какие виды хозяйствования могут пострадать при активизации оползней. При этом необходимо кроме разработки пространственно-временных прогнозов оценивать также степень опасности застройки поверхности, расположенной в зоне оползня.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

К числу авторов, занимающихся вопросами поведения оползней в момент перехода их от стационарного положения (устойчивого или неустойчивого) в активное состояние следует отнести: Аносова Д.В., Синая Я.Г. [1], которые описали поведение различных систем во время перехода на новую траекторию, Смейла С. [2], описавшего поведение динамических систем в критические моменты, Стюарта И. [3], описавшего виды катастроф и их возникновение, Угненко Е.Б., Тимченко О.Н. [4], которые разработали и усовершенствовали математическую модель прогнозирования возникновения грунтовых оползней.

Цель, постановка задач, методика исследования

Целью статьи является описание видов катастроф, возникающих в процессе перехода оползня из стационарного в активное состояние.

Задачи:

- раскрыть условия возникновения катастроф;
- раскрыть сущность катастроф различного вида.

Методика исследования. В качестве средств исследования приняты положения теории катастроф.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Для выявления причин катастроф, возникающих в процессе перехода оползня из равновесного положения в активное состояние, обратимся к теории катастроф в приложении к развитию оползневых процессов.

Одно из важнейших положений теории катастроф звучит следующим образом. Для четырех (или менее) управляющих параметров и любого числа переменных состояния тел в пространстве существуют семь типов элементарных катастроф: «прогиба пружинящей пластины», «сборка», «складка», «ласточкин хвост», «эллиптическая омбилика», «гиперболическая омбилика», «бабочка». Из указанных видов катастроф адекватно отражают активизацию оползней только три вида катастроф: сборка, складка, «ласточкин хвост».

Рассмотрим указанные типы катастроф с точки зрения применимости их для описания катастроф в процессе развития оползневых процессов.

Катастрофа «сборка» описывается в трехмерном пространстве управления оползнем, где ось (F) – статистические силы сдвига, ось (F) и ось (F)' – динамические силы сдвига, совмещены по направлению со статистическими силами сдвига. Сборки образуются, в основном, при движении оползней сдвига с блоковым смещением тела по вогнутым криволинейным или плоским поверхностям. Сюда относятся:

- срезающие оползни с циркуобразной или фронтальной формой в плане. Здесь подошва оползня не приурочена к поверхностям ослабления, а линия скольжения близка к дуге окружности;
- конвективные оползни, которые преимущественно совпадают с поверхностью (поверхностями) ослабления;
- срезающие-консеквентные, которые частично совпадают с поверхностью (поверхностями) ослабления.

Катастрофа «сборки» происходит в основном при динамическом воздействии на оползень (скажем, сейсмическом толчке). Механизм образования следующий: происходит сейсмический толчок со значительным коэффициентом сейсмического ускорения, однако

на пути массив большего объема и веса, с большим коэффициентом сцепления и трения, который сила сейсмического ускорения сдвинуть не может. В этом случае сила сейсмического ускорения растрчивается на надвиг верхнего массива по уклону по поперечной к линии движения трещине на нижнюю часть массива оползня (рис. 1, 2).

Определяющее значение сейсмического сотрясения, как побудителя выхода оползня из устойчивого и неустойчивого положения очевидно, так как сущность этого явления заключается в первую очередь в резком моментальном увеличении сил сдвига оползня. Однако нам необходимо выявить величину сил необходимых для того, чтобы вывести оползень из устойчивого или неустойчивого равновесия.

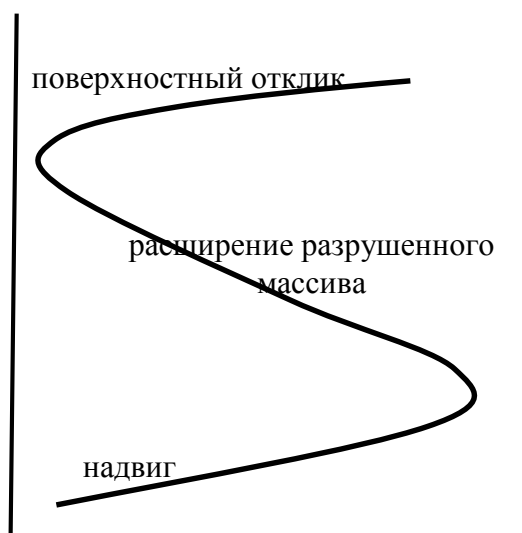


Рис. 1. Кривая катастрофы «сборки» – надвиг

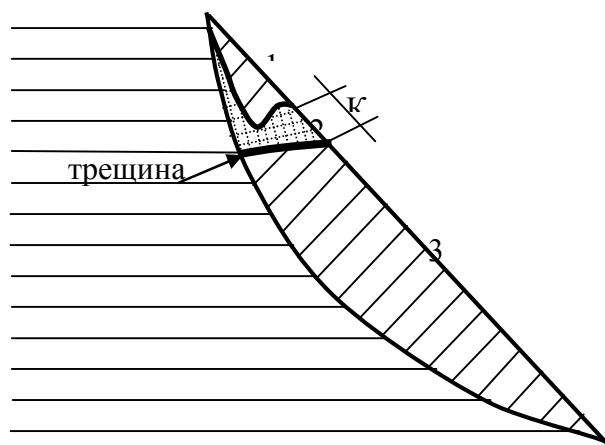


Рис. 2. Катастрофа «сборка» - надвиг

- 1) верхний по отношению к трещине массив**
- 2) К-зона катастрофы (разрушенный массив)**
- 3) нижний по отношению к трещине массив**

В результате разрушения массива пород и смещения поверхности оползня по вертикали все строения в пределах катастрофы разрушаются.

Во время сейсмического сотрясения на оползень воздействует моментный импульс сотрясения с абсолютным ускорением α_0 , направленным вниз и к горизонту под углом α .

Исходя из положений второго закона Ньютона о движении тел по наклонной плоскости. Соотношение между силами сдвига оползня и силами сопротивления его сдвигу можно определить по следующей формуле:

$$F_{\text{сд}} - F_{\text{соп}} \geq 1 \quad (1)$$

где $F_{сд} = \frac{k_{сот}}{\sin \alpha}$ – сила сдвига пород, мм/с²;

$k_{сот} = \frac{c_0}{\rho}$ – коэффициент сотрясения пород, мм/с²;

ρ – коэффициент ускорения свободного падения тела 9810, мм/с²;

c_0 – величина абсолютного сейсмического ускорения, мм/с²;

$F_{соп} = (1 - \frac{k_{сот}}{\sin \alpha})$ – сила сопротивления сдвигу пород, мм/с².

Теоретический вывод – формула 1 базируется на схеме разложения сил при движении тела по наклонной плоскости. Результаты расчета состояния оползня, расположенного на наклонной плоскости под углом наклона 12°.

Как видно из табл. 1 – если угол наклона плоскости, по которой движется оползень принять равным 12°, то абсолютное сейсмическое ускорение от 2000 до 3000 мм/с² может вывести оползень из устойчивого или неустойчивого равновесия (величины сдвига превышают величины противодействия сдвигу (знак +)). Сейсмическое ускорение в пределах 500-1500 мм/с² способно вывести оползень только из неустойчивого равновесия.

Таблица 1

Расчетные параметры состояния оползня.
Угол 12°, $\sin \alpha = 0,2079$, $\cos \alpha = 0,9781$, $g = 9810$ мм/с²

Абсолютное сейсмическое ускорение мм/с ²	$k_{сот} \frac{c_0}{\rho}$	$\frac{k_{сот}}{\sin \alpha}$	$(1 - \frac{c_0}{\sin \alpha g}) \cos \alpha$	$\frac{c_0}{\sin \alpha g} - (1 - \frac{c_0}{(\sin \alpha g)}) \cos \alpha$
3000	0,31	1,49	0,67	+ 0,82
2500	0,25	1,20	0,73	+ 0,47
2000	0,20	0,98	0,78	+ 0,20
1500	0,16	0,75	0,84	- 0,09
1000	0,10	0,49	0,5	- 0,01
500	0,05	0,25	0,73	- 0,005

Катастрофы типа «складка» образуются при движении оползней типа «выдавливание». При этом они могут образовываться как при плавном сдвиге оползня, так и при динамическом толчке. Здесь механика катастроф следующая.

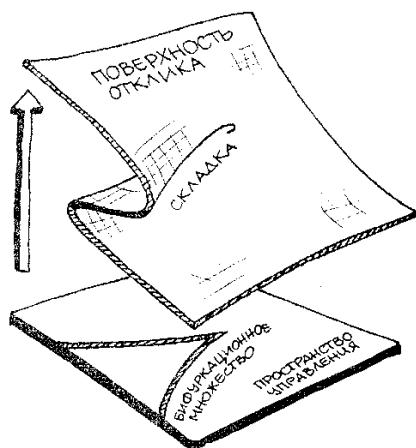


Рис. 3. Катастрофа «складка»

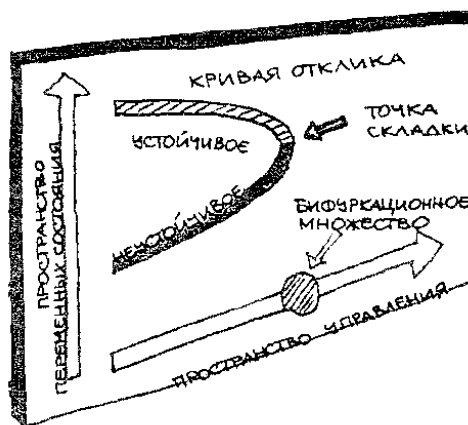


Рис. 4. Кривая катастрофы «выдавливание»

В головной части оползня происходит выдавливание приподошвенного слоя из-под вышележащего жесткого смещающегося блока, в средней и языковой частях блокового смещения по определенной поверхности, то есть происходит как бы «подныривание» одной части блока под другую (рис. 3, 4).

Особенности, характеризующие данный тип оползней следующие:

форма в плане фронтальная;

наличие у бровки склона высокого и крутого уступа, примыкающего к полосе оползневых накоплений;
 присутствие в коренном массиве слабого слоя на отметках ниже подошвы этого уступа;
 как правило, залегание коренных пород горизонтальное.

Вследствие вспучивания разрушенного массива все строения в районе катастрофы разрушаются.

Катастрофа «ласточкин хвост» так же как и катастрофа складки образуется при движении оползней типа «выдавливание». Разница в том, что при катастрофе «складка» выдавливание пород происходит в одном крыле оползня, а при катастрофе «ласточкин хвост», в двух крыльях одновременно (рис. 5). Поэтому и последствия более катастрофические – все строения в местах выдавливания на обоих крыльях будут разрушены.



Рис. 5. Объем откликов с изображением двух сечений этого объема, соответствующих двум сечениям бифуркационного множества (а), фигура «ласточкин хвост» (б)

Другие типы катастроф, указанные в начале статьи, закономерностей катастроф при активизации оползней адекватно не отражают.

Выводы

1. Доказывается, что из семи видов катастроф, зафиксированных теорией катастроф («прогиб пружинящей пластины», «сборка», «складка», «ласточкин хвост», «эллиптическая омбилика», «гиперболическая омбилика», «бабочка») три вида отражают катастрофы, возникающие в оползневом процессе.

2. Описана сущность катастроф оползневого процесса («сборка», «складка», «ласточкин хвост») и условия их возникновения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аносов Д.В. Некоторые гладкие эргодические системы / Д.В. Аносов, Я.Г. Синай // Успехи математической науки. – 1967. – Т. 22, вып. 5. – С. 107–172.
2. Смейл С. Дифференцируемые динамические системы // Успехи математической науки. – 1970. – Т.25, вып.1. – С. 113-185.
3. Стюарт И. Тайны катастроф; пер. с франц. – М: Мир, 1987. – 77 с.
4. Угненко Е.Б. Математическая модель прогнозирования возникновения грунтовых оползней / Е.Б. Угненко, О.Н. Тимченко // Вестник ХНАДУ. – 2010. – №49. – С. 49–56.