

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДОВ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ И ОТКОСОВ.**

**Минчукова М.Е.**

*Белорусский национальный технический университет. Минск,  
Беларусь*

**Аннотация:** Целью работы является экспериментальная проверка и оценка формул расчета устойчивости откосов, предложенных Ничипоровичем, Флориним, Креем, применительно к конструкциям с пленочными противοфилтратационными экранами.

Создание технически совершенных осушительно-увлажнительных систем, включающих водохранилища и пруды, обуславливает необходимость строительства плотин и дамб. Надежная и долговечная их работа, в свою очередь, является залогом эффективной и безопасной работы всей гидромелиоративной системе в целом.

В периоды выпадения дождей и таяния снега, а также во время ремонта земляных плотин, предусматривающего земляные досыпки и повышенные нагрузки транспорта на гребень, существует опасность нарушения устойчивости их откосов и возникновения оползней.

В связи с этим, актуальным является прогнозирование устойчивости склонов и откосов гидросооружений в различных природных условиях. Для количественной оценки степени их устойчивости против возможного обрушения получили широкое использование методы, базирующиеся на гипотезе круглоцилиндрической поверхности скольжения (1). Они являются достаточно приближенными, т.к. не всегда отвечают условиям статики, требованиям учета всех сил, действующих на массив грунта; нет достоверного аналитического решения по нахождению положения критической поверхности скольжения.

Целью работы является:

1. опытная проверка применимости имеющихся формул расчета устойчивости откосов для грунтовых гидросооружений, экранн-

- рованных пленочными противофильтрационными элементами;
2. сопоставление различных расчетных методов по величине коэффициентов запаса устойчивости и их оценка.
  3. использованы методы расчета, предложенные Креем, Ничипоровичем, Флориным, основанные на условии равновесия элементарных грунтовых объемов (отсеков), имеющие между собой различия в подходах к определению удерживающих и сдвигающих сил.

Известно, что единственным значимым критерием в большей или меньшей практической ценности того или иного расчетного метода является сопоставление результатов, полученных путем расчета по этому методу, с реальной обстановкой (2). Таким более убедительным показателем для оценки практической значимости того или иного метода служит величина коэффициента запаса устойчивости ( $K_3$ ), установленная расчетным путем применительно к склонам и откосам, потерявшим свою устойчивость. В этом случае расчетное значение должно быть близким к единице ( $K_{3, \text{расч}} \sim 1$ ).

В данной работе исследования были выполнены на моделях плотин из среднезернистого песка, оснащенных полиэтиленовым пленочным экраном толщиной 0,2 мм (3). Заложение откосов плотины составляло  $m=2,0; 2,5; 3,0$ . Пленочный экран располагался на верховом откосе и также имел различную крутизну  $m=1,5; 2,0; 2,5$ . Модели устраивались в непроточном лотке со стеклянными стенками. Нагрузка на плоскость гребня модели передавалась от рычажного штампа. Наблюдение за поведением откосов под действием внешней нагрузки и образованием при этом поверхности скольжения производились через боковые стеклянные стенки лотка. Для визуализации кривой скольжения использовались гибкие тонкие нити. Они подвешивались вдоль стенок лотка и могли свободно деформироваться по всей высоте обрушающегося на откосе грунтового массива. При достижении грунтом предельного состояния под действием внешней нагрузки,

70

измеряемой динамометром, часть грунтового массива гребня совместно с откосом и деформируемыми нитями начала сползать вниз, образуя четкую цилиндрическую поверхность скольжения, которую наблюдали по искривлению нитей. Предельное состояние, характеризующее разрушение откоса, фиксировалось в момент прекращения роста нагрузки, выявляемого показанием динамометра. Коэффициент устойчивости откоса, как отношение моментов удерживающих и сдвигающих сил в предельном состоянии, определялся с учетом экспериментальных данных: критической внешней нагрузки, а также зафиксированной в опыте круглоцилиндрической кривой скольжения. Наряду с основным сочетанием удерживающих и сдвигающих сил было также учтено сопротивление трению моделей по контакту грунта с боковыми стеклянными стенками лотка.

Расчеты выполнялись следующими методами:

- метод Ничипоровича

$$k_3 = \frac{\sum (G_n \cos \alpha_n - P_b l_n) \operatorname{tg} \varphi_n + \sum c_n l_n + \frac{T_w R_l}{R \cdot \alpha} + \frac{W_0 r_0}{R}}{\sum G_n \sin \alpha_n}$$

- метод Флорина

$$k_3 = \frac{\sum (G_n - P_b b_n) \cos \alpha_n \operatorname{tg} \varphi_n + \sum c_n l_n + \frac{T_w R_l}{R \cdot \alpha} + \frac{W_0 r_0}{R}}{\sum G_n \sin \alpha_n}$$

- метод Крея

$$k_3 = \frac{1}{\sum G_n \sin \alpha_n} \left( \sum \frac{G_n - P_b b_n + c_n b_n \operatorname{tg} \varphi_n}{\cos \alpha_n \operatorname{tg} \varphi_n + \sin \alpha_n} + \frac{T_w R_l}{R \cdot \alpha} + \frac{W_0 r_0}{R} \right),$$

где:  $G_n$  – вес грунта в пределах n-го отсека;

$P_n$  – равнодействующая давления воды по подошве п – го отсека;

$T_w$  - сила от сопротивления трению грунта по стенкам лотка;

$W_0$  - гидростатическое давление воды со стороны верхнего бьефа;

$\varphi_n$  - угол внутреннего трения грунта n-го отсека;

$c_n$  - удельное сцепление грунта  $n$ -го отсека по линии кривой скольжения;

$\alpha_n$  - угол между вертикалью и линией, соединяющей центр кривой скольжения с серединой  $n$ -го отсека;

$R$  - радиус кривой скольжения;

$R_n$  - плечо силы  $T_n$  относительно центра вращения;

$r_0$  - плечо силы  $W_0$  центра вращения;

$l_n$  - длина участка кривой скольжения  $n$ -го отсека;

$a$  - ширина штампа;

$b_n$  - ширина  $n$ -го отсека.

Результаты расчетов показали, что коэффициенты устойчивости исследуемых откосов в большинстве случаев меньше единицы либо незначительно превышают ее (табл.1). Расхождение результатов расчетов по используемым методам – 7... 16%.

**Сопоставление результатов расчетов по оценке степени устойчивости откосов моделей с различным заложением откоса и экрана**

Заложение откоса, м	Заложение экрана, м	Коэффициент запаса устойчивости, $K_3$		
		По Ничипоровичу	По Флорину	По Крею
m=3,0	m=1.5	0.82	0.823	0.94
	m=2.0	0.748	0.754	0.90
	m=2.5	0.842	0.848	0.95
m=2,5	m=1.5	0.90	0.903	1.05
	m=2.0	0.92	0.924	1.04
	m=2.5	0.95	0.96	1.06
m=2.0	m=1.5	0.93	0.94	1.00
	m=2.0	0.952	0.058	1.06

На основании проведенной работы установлено, что метод Крея является наиболее точным решением поставленной задачи, т.к. его результаты в большей степени соответствуют состоянию предельного равновесия откоса, полученного экспериментальным путем.

### *Литература*

1. Ничипорович А.А. Плотины из местных материалов. М., Стройиздат, 1973.320 с.

2. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства. М., Стройиздат, 1977. 320 с.
3. Минчукова М.Е., Никитенко М.И. Влияние пленочных экранов на устойчивость откосов грунтовых плотин // Сборник трудов МII Международного научно – методического семинара «Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров в Республике Беларусь. Брест, 2001. с. 485-490.

### **ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ И КАДАСТРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ПАСПОРТА ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА**

**Болботунов А.А., Рымашевская В.М., Будо Ю.П.**

Полоцкий государственный университет, Беларусь

**Аннотация:** В статье обосновывается необходимость восстановления и развития геодезической сети, проведения съемки для создания обновленных планов объектов озеленения, выявления влияния техногенных воздействий, оценки пространственно-временных изменений. Рассмотрены варианты использования электронных тахеометров при формировании базы биометрических данных при разработке паспортов объектов озеленения. Подчеркивается необходимость проведения комплексного мониторинга состояния окружающей среды, использования различных методов, включая дендрохронологические высказаны предложения для осуществления в ближайший период.

Обеспечение экологической безопасности является одним из главных условий устойчивого развития. Оптимизация условий окружающей среды в настоящее время достигается в значительной степени средствами озеленения /1/. В ходе мониторинга изучается трансформация лесных экосистем под воздействием техногенных и рекреационных нагрузок, особенно в городах с развитой химической и нефтехимической промышленностью /2/.

Объектом кадастровой оценки городского озеленения явились лесонасаждения в пределах городской черты г. Новополоцка, нахо-