

Рис.2. Схема сравнения двух конструктивно-технологических систем по методу профилей конкурентоспособности

В **заключении**, авторы отмечают, что результаты уже выполненных и кратко изложенных здесь научных исследований позволяющим считать себя обладателями комплекса относительно новых, узко специальных знаний по технологии и организации модернизации гражданских зданий с возможностями оценки их эффективности, а значит, как целесообразности, так и их надежности с безопасностью. Намеченные в данной работе пути дальнейших научно-технических изысканий, в результате их осуществления, предполагают создание практических рекомендаций и технологических регламентов, позволяющих достаточно эффективно осуществлять рассмотренные относительно новые и специфичные, но при том сегодня и безусловно необходимые, предпроектные, а затем и строительно-монтажные работы в направлении эффективного продления жизненного цикла преимущественно гражданских зданий.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Булгаков С.Н. Реконструкция жилых домов первых массовых серий и малоэтажной жилой застройки. М.: ООО «Глобус», 2001. – 248 с.
2. Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов А.Ф. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 200с.
3. Максименко В.А., Некрасова М.А., Шабля В.Ф. Проблемы массовых перепланировок жилого и нежилого фондов в Москве //Промышленное и гражданское строительство. - 1998. - №8. - С. 32-33.

4. Поляков Е.В. Реконструкция и ремонт жилых зданий М.: Стройиздат, 1972. – 192 с.
5. Савийский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. - Харьков: Изд. дом “Ватерпас”, 1999.- 287 с.
6. ДБН В.2.2-9-99. Будівлі і споруди. Громадські будинки та споруди. - Київ: Держбуд України, - 1999. – 53 с.
7. ДБН В3.1-1-2002. Ремонт и усиление несущих и ограждающих строительных конструкций и оснований промышленных зданий и сооружений. - Киев: НИИСП Госстроя Украины, - 2002. – 82 с.
8. Методические рекомендации по технико-экономической оценке эффективности реконструкции жилых зданий и определению сроков окупаемости затрат. М.: Госстрой России, ЦНИИЭПжилища, 1998. –32с.
9. Шаленный В.Т. Концепция обоснования энергосберегающих организационно-конструктивно-технологических решений в жизненном цикле гражданских зданий //Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, - Дніпропетровськ: - 2003.- №12. - С.56 - 64.
10. Шаленный В.Т. Организационно-технологические аспекты энергосбережения при модернизации производства конструкций и зданий из бетона: - Днепропетровск: Наука и образование, 2002. - 200с.
11. Патент РФ № 2160346, кл. E04G323/02. Способ образования проема в стене /А.А. Копытовский, И.Б. Нудьга, С.М Рачкин и Г.Б. Шойхет. Заявл. 02.06.99, Опубл. 10.12.2000г., БИ №34.
12. Спосіб утворення прорізу у несучій стіні: Пат. України №68112А, МПК⁷ E04G23/02, /Шаленний В.Т., Савицький М.В., Большаков В.І., Понізов С.Є - №2003109127; Заявл. 09.10.03; Опубл. 15.07.04, Бюл. №7. -2с., іл.
13. Спосіб утворення прорізу у несучій стіні.: Пат. України №11921, МПК⁷ E04G23/02, /Шаленний В.Т., Каменев О.С., Вигонний А.Г. -№200506759; Заявл. 11.07.05; Опубл. 16.01.06, Бюл. №1. -2с., іл.

УДК 625.1

ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЁТА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ ВОЗМОЖНОСТИ ГЛУБОКОГО СДВИГА

В.Б. Швец д.т.н., профессор, О.А. Рубан к.т.н., доцент,
Ю.Б. Балашова к.т.н., доцент, В.В. Ковалёв асп.

Приднeпровская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Днепропетровск

Для оценки устойчивости фундаментов, которые располагаются в зоне глубокого сдвига, в настоящее время применяется расчётная схема «метода отсеков». Многофункциональность и оптимизационные критерии данного метода и методов, построенных на его базе, обуславливается наличием семейства поверхностей скольжения, расположением точки силовых

воздействий, как внешних так и внутренних, расположением нагрузки на плоскости при выборе расчётной схемы, а также учётом эквивалентного усилия в виде изгибающего момента, приложенного на поверхности скольжения [1]. В последнее время актуальность решения таких задач была вызвана научными попытками расширить сферу применимости метода К. Терцаги [2] и с другой стороны, широким использованием метода конечных элементов для решения задач устойчивости.

Решение задачи устойчивости фундаментов при возможности глубокого сдвига заключается в определении коэффициента устойчивости, соответствующего поверхности скольжения, проходящей через крайнюю точку фундамента. А также может быть решена обратная задача по определению места расположения фундамента при котором коэффициент устойчивости при глубоком сдвиге находится в пределах нормированных величин.

Целью исследований является оценка точности методов расчёта устойчивости фундаментов при возможности глубокого сдвига, которые базируются на «методе отсеков».

Оценка методов расчёта устойчивости проведена на базе «метода отсеков».

На рисунке 1 приведена схема для расчёта устойчивости откоса по «методу отсеков» К. Терцаги. Рассмотрим отсек ABCD.

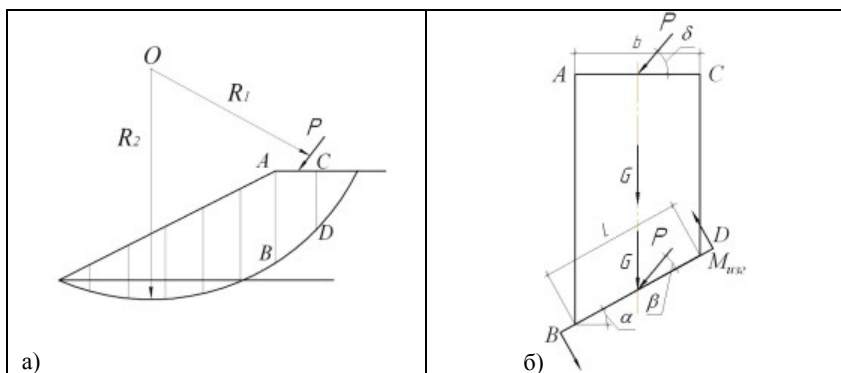


Рис. 1 – Схемы:

- а) к расчёту откоса по методу К. Терцаги.
- б) расположения сил и изгибающих моментов.

На поверхности отсека насыпи действует внешняя нагрузка. Обозначим её в виде направленной под углом к горизонту сосредоточенной силы P . Так же в отсеке возникает сила G от собственного веса грунта. В методе Терцаги при расчёте устойчивости откосов сила от собственного веса G переносится вдоль линии действия на поверхность скольжения.

Перенесем так же на поверхность скольжения сосредоточенную силу P . При этом увеличится радиус от этой силы до центра вращения (рис. 1 а), а значит, увеличится и момент. Для того чтобы компенсировать погрешность введем дополнительно изгибающий момент $M_{изг}$, направленный в противоположную сторону, по сравнению с моментом вызываемым силой P (рис. 1 б).

Таким образом, на поверхности скольжения отсека будут действовать:

- а) сила G – от собственного веса отсека;
- б) сила P – внешняя нагрузка;
- в) $M_{изг}$ – компенсирующий момент.

Определим возникающие на поверхности скольжения отсека нормальные и касательные напряжения, которые вызывают приведенные выше усилия. Для этого воспользуемся принципом суперпозиции (принцип независимости действия и сложения сил).

Последовательность расчётов будет выполняться в следующей последовательности:

- 1) определим напряжения, возникающие от каждого усилия в отдельности;
- 2) затем построим эпюры;
- 3) путём сложения строим суммарные эпюры напряжений, возникающих от всей нагрузки;
- 4) определяем опасное сечение, для которого рассчитываем коэффициент устойчивости.

$$k = \frac{\sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c}{\tau} \quad (1)$$

Формулы для расчёта напряжений возникающих на поверхности скольжения от собственного веса будут зависеть от того, какое напряжённое состояние рассматривается: линейное напряжённое состояние или плоское напряжённое состояние:

- 1) Линейное напряжённое состояние

$$\begin{aligned} \sigma_{\alpha} &= \sigma_1 \cdot \cos^2 \alpha; \\ \tau_{\alpha} &= \frac{\sigma_1}{2} \cdot \sin 2\alpha \end{aligned} \quad (2)$$

- 2) Плоское напряжённое состояние

$$\begin{aligned} \sigma_{\alpha} &= \sigma_1 \cdot \cos^2 \alpha + \sigma_2 \cdot \sin^2 \alpha \\ \tau_{\alpha} &= \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cdot \sin 2\alpha \end{aligned} \quad (3)$$

где

σ_1 и σ_2 – главные напряжения (сжимающие);

σ_{α} и τ_{α} – нормальные и касательные напряжения, действующие по поверхности сдвига

Эпюры нормальных и касательных напряжений, возникающих от собственного веса и от внешней нагрузки, приведены на рисунке 2

При действии компенсирующего момента $M_{изг}^{комп}$ на блок ABCD возникает чистый изгиб. При чистом изгибе возникают только нормальные напряжения σ_α (рис. 2).

Напряжения, возникающие от изгиба блока, рассчитываются по следующей формуле:

$$\sigma_\alpha = \frac{M_{изг}^{комп}}{W} \quad (4)$$

$$W = \frac{I \cdot \left(\frac{b}{\cos\alpha}\right)^2}{6} \quad (5)$$

После получения эпюр напряжений возникающих от независимого действия нагрузок строим суммарную эпюру нормальных и касательных напряжений (рис 3) и определяем опасное сечение, для которого и рассчитываем коэффициент устойчивости по формуле:

$$k = \frac{\sum \sigma \cdot \text{tg}\varphi + c}{\sum \tau} = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_{iQ} + \sigma_P - \sigma_M) \cdot \text{tg}\varphi + c_i}{\sum_{i=1}^n \tau_{iQ} + \tau_P} \quad (6)$$

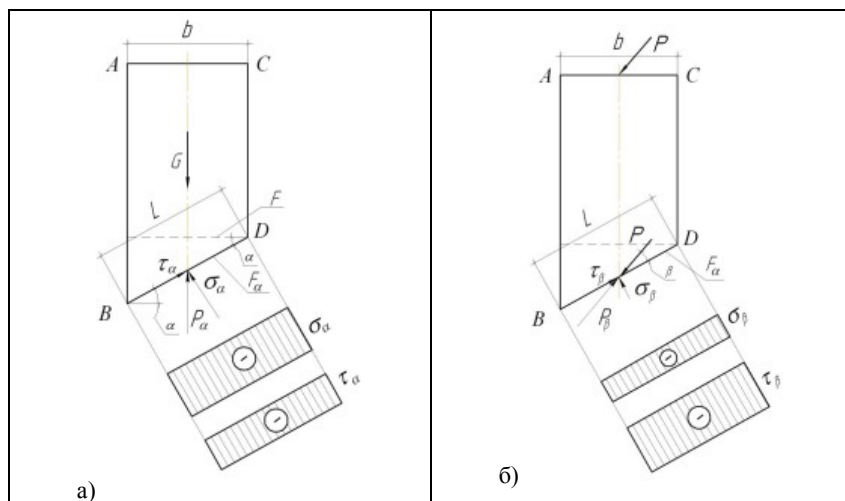


Рис 2 – Эпюра сжимающих напряжений от собственного веса (а) и внешней нагрузки (б)

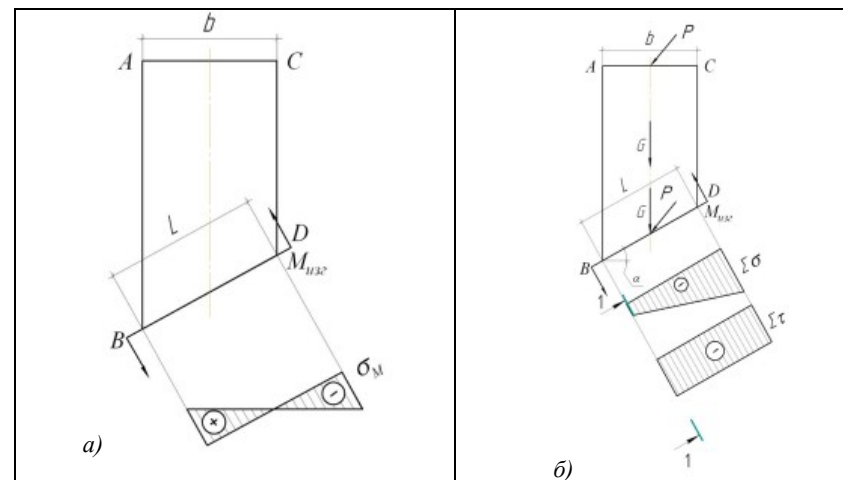


Рис.3 – Эпюра напряжений возникающих при изгибе блока (а)и общие эпюры нормальных и касательных напряжений (б)

Для оценки методов расчёта устойчивости были проведены следующие вычисления.

В начале выполнялся расчёт без учёта силы P на поверхности насыпи:

$$k = \frac{\sum (N_i \cdot \text{tg}\varphi + cL_i)}{\sum T_i} \quad (7)$$

Затем выполнялись расчёты коэффициента устойчивости откоса с учётом силы P по следующим способам:

1) Способ эквивалентного слоя. Значение силы P проектировалось на вертикальную ось $P_y = P \cdot \sin \delta$ (δ – угол наклона силы к горизонту), и затем полученное значение прибавлялось к весу самого отсека $G_i = G + P_y$. Дальнейший расчёт проводился по известной формуле (7).

2) Расчёт по методу Терцаги (без сокращения на радиус R), с учётом силы P на поверхности насыпи, умноженную на длину плеча ($P \cdot R_f$). При этом сила P действует только как сдвигающая нагрузка.

$$k = \frac{\sum M_{уд}}{\sum M_{сдв}} = \frac{\sum (N_i \cdot \text{tg}\varphi + cL_i) \cdot R}{\sum T_i \cdot R + P \cdot R_f} \quad (8)$$

Полученные значения коэффициентов устойчивости сравнивались между собой и с каждым из следующих подходов учёта силы P :

1) Сила P переносится с поверхности насыпи на поверхность скольжения (в точку приложения веса отсека G), и раскладывается на удерживающую и сдвигающую составляющие.

$$k = \frac{\sum (N_i \cdot \operatorname{tg}\varphi + cL_i) + P \cdot \sin \beta \cdot \operatorname{tg}\varphi}{\sum T_i + P \cdot \cos \beta} \quad (9)$$

где β – угол наклона силы к линии скольжения.

2) Расчёт коэффициента устойчивости по напряжениям, с учётом силы P (без компенсирующего момента).

$$k = \frac{\sum \sigma \cdot \operatorname{tg}\varphi + c}{\sum \tau} = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_{iQ} + \sigma_P) \cdot \operatorname{tg}\varphi + c_i}{\sum_{i=1}^n \tau_{iQ} + \tau_P} \quad (10)$$

где n – количество блоков.

3) Расчёт коэффициента устойчивости по напряжениям, с учётом силы P с учётом компенсирующего момента (рассмотренная выше методика).

$$k = \frac{\sum \sigma \cdot \operatorname{tg}\varphi + c}{\sum \tau} = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_{iQ} + \sigma_P - \sigma_M) \cdot \operatorname{tg}\varphi + c_i}{\sum_{i=1}^n \tau_{iQ} + \tau_P} \quad (11)$$

По приведенным выше формулам в приложении EXCEL были сделаны расчёты для всех сочетаний следующих исходных данных:

Высота откоса – 2 м, 8 м, 14 м;

Уклон откоса – 1:1,5 при высоте 2 м, 1:2 – при высоте 8 и 14 м;

$\gamma = 16 \text{ кН/м}^3, 19 \text{ кН/м}^3, 22 \text{ кН/м}^3$;

$\varphi = 6^\circ, 18^\circ, 30^\circ$;

$c = 9 \text{ кПа}, 45 \text{ кПа}, 81 \text{ кПа}$;

$P = 50 \text{ кН}, 200 \text{ кН}, 400 \text{ кН}$ при высоте 2 и 8 м;

$P = 50 \text{ кН}, 300 \text{ кН}, 600 \text{ кН}$ при высоте 14 м.

Угол наклона силы P к горизонту $\delta = 10^\circ, 50^\circ, 80^\circ$, а также при угле равном углу наклона поверхности скольжения к горизонту.

Выводы.

На основании проведенных расчётных исследований были получены следующие результаты:

1. Метод отсеков, в котором производится учёт внешней нагрузки эквивалентным слоем грунта даёт увеличение коэффициента устойчивости по сравнению с учётом внешней нагрузки в виде момента, причём значительное увеличение достигается при высоких откосах, и незначительное (до 20 %) при высоте более восьми метров.

2. При учёте внешней нагрузки в виде момента (8) наименьшее значение коэффициента устойчивости достигается при условии равенства углов наклона силы и поверхности скольжения к горизонту. С увеличением угла наклона действующего усилия коэффициент устойчивости уменьшается в случае замены усилия эквивалентным слоем грунта. При расчёте по методам (9-9) коэффициент устойчивости при прочих равных условиях с увеличением угла наклона силы к горизонту возрастает.

3. Учёт изгибающего момента приложенного по поверхности скольжения уменьшает коэффициент устойчивости при угле наклона действующего усилия до 80° . Учёт изгибающего момента по поверхности скольжения целесообразно производить при значительной высоте насыпи более 8 метров, при незначительной высоте разница в значениях коэффициента устойчивости составляет величину близкую к принятой точности инженерных расчётов.

4. При переносе внешнего воздействия на поверхность скольжения и сравнении с методом момента приложенного в зоне воздействия нагрузки при высоте более восьми метров коэффициенты устойчивости приблизительно равны, а при меньших высотах и угле наклона воздействия силы более 80° разница в значениях коэффициента устойчивости составляет более 5 %.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.М. Караулов Поставка и решение задачи устойчивости откосов и склонов как задачи линейного программирования // Основания и фундаменты, механика грунтов №3 – М. – 2005. – С.2-6.
2. Устойчивость слоистых грунтовых сооружений на деформируемом основании. Монография / Рубан О.А. Днепропетровск, ПГАСиА, 2005 – 182 с.

УДК 624

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

* Н.А. Швец к.т.н., ** И.И. Перегинец, инж., *** Н.В. Савицкий д.т.н.

*Днепропетровский облсовет,

**Международная строительная копания «Канада – Украина»,

***Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Постановка задачи. По уровню технических и экономических показателей бетон и железобетон остаются по прежнему основными