

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

конструкционными материалами. Они занимают приоритетные места в общей структуре мирового производства строительной продукции. Получив название «материал XX века» железобетон благодаря своим уникальным свойствам успешно занял свою нишу и постоянно расширяет его границы в рядах строительной продукции, заменив собой в большинстве случаев дорогостоящий металл.

В настоящее время развиваются различные архитектурно-конструктивно-технологические системы, как по используемому конструкционному материалу (металл, железобетон, кирпич, бетон, дерево), по различию в конструктивных системах (каркасная, стеновая, ствольная, оболочковая, комбинированная), способам возведения (сборные, монолитные, сборно-монолитные). Однако до сих пор нету обобщающих работ в которых был бы проведен анализ технико-экономической эффективности различных конструктивных систем.

Целью настоящей работы является обобщение имеющихся данных о технико-экономических показателях различных конструктивных систем многоэтажных зданий из железобетона для выбора наиболее рациональных.

Изложение основного материала. На начало 90-х годов в СССР затраты на устройство соответствующих конструктивов и инженерных систем для жилых зданий распределялись в соответствии с данными, приведенными в табл. 1.

Учитывая изменившиеся соотношения в стоимости материалов, зарплаты, эксплуатации машин и механизмов, энергии, приближении цен к мировым, очевидно, соотношения в стоимости будут приближаться к мировым. Показательными в этом отношении являются данные по стоимости строительства 1 м² жилья в США и Японии (табл. .2):

Таблица 1

Стоимость укрупненных конструктивных элементов

Наименование элементов здания	Удельные веса по сб. № 28, %
1. Фундаменты	4
2. Стены и перегородки	43
3. Перекрытия	11
4. Крыша и кровля	7
5. Полы	11
6. Окна и двери	6
7. Отделочные покрытия	5
8. Внутренние сантехнические и электротехнические устройства	10
9. Прочие (лестницы, балконы, остальное)	3
Всего	100

Таблица 2

Стоимость элементов строительства 1 м² жилья в США и Японии, %

Виды работ	Сан-Франциско (США)	Киото (Япония)
Фундаменты (основания)	4,6	4,2
Каркас здания	17,3	17,1
Внешние стены	22,1	16,0
Кровля	1,3	1,3
Внутренние работы	16,3	18,4
Проводящие системы	3,9	2,0
Инженерное оборудование	15,4	12,4
Электрооборудование	5,8	6,1
Строительное оборудование	1,1	2,0
Работы по обустройству строительной площадки	3,6	2,3
Общие расходы	8,6	18,2
Всего	100	100

Примечание: стоимость строительства 1м² в Сан-Франциско – 1119,89 долларов США, в Киото – 1858,01 долларов США.

Проектные решения жилых зданий должны учитывать местные демографические, климатические, инженерно-геологические и материально-технические условия строительства. Конструктивные и технологические решения зданий с применением бетона и железобетона должны, как правило, обеспечивать разнообразие объемно-планировочных решений при минимуме дисконтированных затрат.

Достигнутые контрольные показатели расхода стали, кг/м² общей приведенной площади при строительстве монолитных зданий в бывшем СССР приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Расход стали в жилых зданиях на 1 кв. м. общей приведенной площади в зависимости от этажности зданий и климатического района строительства

Этажность	Климатический район	
	II и III	IV
	Расход натуральной стали, кг/м ²	
5	23	24
9	23	24
12	28	31
16	34	38
20	53	59

Учитывая тенденцию повышения этажности жилых зданий в Украине представляют интерес данные о расходах стали для зданий повышенной этажности и высотных зданий. В табл. 4 приведены данные об удельных расходах стали в высотных зданиях по опыту строительства США.

Таблица 4.

Расход стали в зданиях на 1 кв. м. общей площади зависимости от этажности зданий

Год строительства	Число этажей	Отношение высоты к ширине	Расход металла, кг/м ²	Здание
1971	10	5,1	30,7	Лоу Инкам Хаузинг, Броктон, Массачусетс
1969	26	4	127	Алкоа Билдинг, Сан-Франциско
1965	30	5,7	185	Сивик Сентер, Чикаго
1970	41	4,1	102	Бостон Билдинг, Бостон
1957	42	5,1	137	Сигрэм Билдинг, Нью-Йорк
1971	57	6,1	87	IDS Сентер, Миннеаполис
1963	60	7,3	268	Чейз Манхэттен, Нью-Йорк
1969	60	5,7	185	Ферст Нэшенл Бэнк, Чикаго
1971	64	6,3	146	US Стил Билдинг, Питтсбург
1968	100	7,9	145	Джон Хенкок Сентер, Чикаго
1930	102	9,3	206	Эмпайр Стейт Билдинг, Нью-Йорк
1974	109	6,4	161	Сирс энд Роенбук, Чикаго
1972	110	6,9	180	Уорлд Трэйд Сентер, Нью-Йорк

На технико-экономические показатели в значительной степени влияют конструктивные системы (стенная, каркасная, с продольными несущими стенами, с поперечными несущими стенами, рамная, связевая, рамно-связевая) и способ возведения (сборные, монолитные, сборно-монолитные). Некоторые обобщающие данные о влиянии конструктивных систем на технико-экономические показатели приведены на рис. 1 [1].

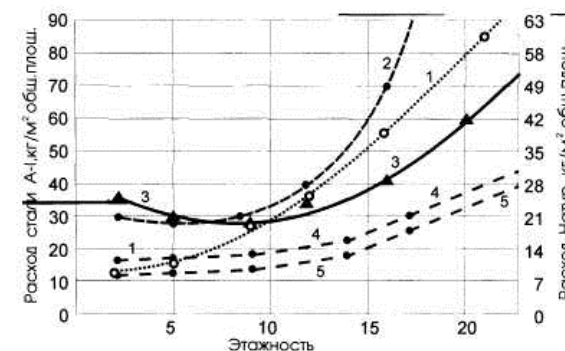


Рис. 1. Зависимость расхода стали от высоты многоэтажных зданий:

- 1 – панельное здание с поперечными несущими стенами;
- 2 – то же с продольными несущими стенами;
- 3 – то же с продольными и поперечными несущими стенами;
- 4 – здание со сборно-монолитным железобетонным каркасом и плоскими дисками перекрытия без преднапряжения;
- 5 – то же с преднапряженными дисками перекрытий

На основе проведенного функционально-стоимостного анализа существующих и развивающихся архитектурно-конструктивно-технологических систем, их отдельных подсистем, изделий и конструкций, а также их характеристик, выделены наиболее значимые, определяющие затраты на возведение здания – стены и каркас здания. В их число входят и перекрытия, стоимость которых составляет до 30% общих затрат на возведение здания.

Обобщающие данные о технико-экономических показателях разработанных типов перекрытий в различных организациях с учетом данных приведенных в работе [2], представлены в табл.5.

Таблица 5.

Обобщенные сравнительные технико-экономические показатели на устройство ж.б. каркаса здания (на 1 м² общей площади)

№№ пп	Тип конструкции и система каркаса	Пролеты или ячейки каркаса, М	Разработчик	Расходы		
				цемента, проведенного к М400, кг	бетона, м ³	стали, кг
1	Безригельный каркас ненапряж. монолит	до 6,0	Традиц. решение	102	0,25	20,9
2	Полносборная система ПЖБК	до 6,0	ЗАО «МВМ-ГЕОС»	70,0	0,201	17,5

№№ пп	Тип конструкции и система каркаса	Пролеты или ячейки каркаса, М	Разработчик	Расходы		
				цемента, проведенного к М400, кг	бетона, м ³	стали, кг
3	Монолитный каркас-плита 16 см	до 6,0	БелНИИС		0,18	14,0-15,8
4	Сборно-монолитный каркас с плитами кпд 16 см	до 6,0	БелНИИС		0,18	14,0-15,8
5	Сборно-монолитный каркас с многопустотными плитами 22 см		БелНИИС		0,16	12,5-14,0
6	Безригельный каркас МВБ-01	7,2x7,2	БелНИИС	60...70	0,18	21,3
7	Безригельный каркас КУБ-3	до 6,0	НПКО РФ «Монолит»	70,0	0,19	13,6
8	Сборно-монолитный каркас 1,020	до 6,0	типовой	85,0	0,22 - 0,24	18,5-20,0
9	Сборно-монолитный каркас серии 90 КПД	до 6,0	типовой	141	0,39	12,5
10	Сборно-монолитный каркас КУБ-1	до 6,0	ЦНИИЭП жилища	102	0,18-0,28	18,8-26,4
11	Сборно-монолитный каркас КСС-93	до 6,0	ЦНИИЭП жилища	140	0,38	19,0
12	Сборно-монолитный каркас	до 6,0	Фирма «Энка»	105	0,32	16,4-18,4
13	Сборно-монолитный каркас	до 6,0	Фирма «Парма»	100	0,28	21,1
14	Преднапряженный сборно-монолитный безригельный каркас	7,2x6,0	ЗАО «Курорт-проект»	65,0	0,16	18,0
15	Система ЖБВ-М Преднапряженный монолитный безригельный каркас без сцепления арматуры с бетоном	7,2x7,2	НИИЖБ	70,0	0,18	13,0
16	То же, с покрытием из легкого бетона	7,2x7,2	НИИЖБ	130	0,18	8,5
17	То же, с перекрытием ступенчато-	8,0x7,0	НИИЖБ	60,0	0,15	19,0

№№ пп	Тип конструкции и система каркаса	Пролеты или ячейки каркаса, М	Разработчик	Расходы		
				цемента, проведенного к М400, кг	бетона, м ³	стали, кг
	разрушенным					
18	Система ЖБВ-СБМ Преднапряженный сборно-монолитный безригельный каркас	7,2x7,2	НИИЖБ	65,0	0,16	12,0
19	-//-	9,0x9,0	НИИЖБ	67,0	0,17	17,0
20	-//-	12,0x12,0	НИИЖБ	80,0	0,23	22,0
21	Монолитный безригельный каркас	8,0x8,0	ПГАСА		0,19	15,1

Выводы.

1. На основе проведенного функционально-стоимостного анализа существующих и развивающихся архитектурно-конструктивно-технологических систем, их отдельных подсистем, изделий и конструкций, а также их характеристик, выделены наиболее значимые, определяющие затраты на возведение здания – стены и каркас здания, которые составляют до 40% затрат на возведения здания, включая отделку и устройство инженерных коммуникаций.

2. На технико-экономические показатели в значительной степени влияют конструктивные системы зданий (стенная, каркасная, с продольными несущими стенами, с поперечными несущими стенами, рамная, связевая, рамно-связевая) и способ возведения (сборные, монолитные, сборно-монолитные). В настоящее время наиболее рациональной является каркасная система с разделением несущих и ограждающих функций.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Современные конструктивно-технологические системы зданий и строительные материалы: Сб. трудов БелНИИС/ Минск, Изд-во «Редакция журнала «Тыдзень», 1997.- 96 с.
2. Асатрян В.Г., Асатрян Л.В., Веснин Б.Г. Инвестиционная привлекательность применения железобетонно-вантовых конструкций при возведении каркасных зданий различного назначения/Бетон и железобетон – пути развития/ П Всероссийская (Международная) конференция. 5-9 сентября 2005 г. Москва; в 5 томах. НИИЖБ 2005, том 2. Секционные доклады. Секция «Железобет. конструкции зданий и сооружений».- 776 с.