

## Автоматизация формирования сводной ведомости материалов при проектировании железобетонных конструкций

Инженер Д.В. Руденко\*, инженер Е.О. Самохвалова

Согласно ГОСТ 21.501-93, во всех проектах железобетонных конструкций должна присутствовать сводная ведомость расхода стали (табл. 1), а также должен быть указан расход бетона и других материалов, используемых в проекте. По этим данным подрядные организации заказывают материалы и определяют стоимость строительства.

Таблица 1. Пример заполнения ведомости расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные						Всего	Изделия закладные								Всего
	Арматура класса							Арматура класса				Прокат марки				
	А-III			Вр-I				А-III				ВСт3кп2				
	ГОСТ 5781-82			ГОСТ 6727-80				ГОСТ 5781-82				ГОСТ 103-76		ГОСТ 8510-86		
Ø6	Ø8	Ø10	Итого	Ø5	Итого	Ø16	Ø20	Итого	5×14	5×16	Итого	L75×50×5	Итого			
2БФб-2АIVа	4,7	-	9,3	14,0	4,0	4,0	18,0	25,1	-	25,1	5,5	13,8	19,3	40,3	40,3	84,7
2БФб-5АIVа	-	4,7	2,0	6,7	7,1	7,1	13,8	30,6	15,3	45,9	2,8	-	2,8	45,3	45,3	94,0
2БФб-9АIVа	4,7	-	8,7	13,4	4,0	4,0	17,4	41,2	15,8	57,0	3,2	-	3,2	38,1	38,1	98,3

Консерватизм конструкторов тормозит внедрение технологии информационного моделирования (BIM), чертежи выполняются с применением «электронного кульмана» — программы AutoCAD. Ввиду перехода от серийного строительства к индивидуальным проектам и нежелания архитекторов применять унификацию проекты резко усложняются.

Например, в проекте 20-тиэтажного жилого дома с подземной автостоянкой и встроенными помещениями на 1 этаже насчитывается 67 типов стен, 4 типа колонн и 6 типов балок. Для армирования этих конструкций было использовано 77 типов плоских каркасов, 75 типов пространственных каркасов и 4 типа закладных деталей. В проекте применялась арматура класса А240, А400, В500. Всего 9 различных типов арматуры, 1 тип листовой стали, бетон и утеплитель.

В результате, ручной подсчет и составление сводной ведомости расхода стали для секции жилого дома оказались достаточно трудоемкими. Тогда стала очевидной необходимость автоматизации процесса подсчета материалов. Для решения задачи была разработана «книга» в программе Microsoft Excel. В качестве исходных данных заполняются 4 матрицы.

1. Матрица арматурных и закладных изделий (т.н. КЖИ – это каркасы, закладные детали). В строках таблицы указываются марки КЖИ, в столбцах – применяемые диаметры арматуры разных классов, типы используемой листовой стали. Также часть столбцов отведена под бетоны разных классов и другие применяемые в проекте материалы. Матрица заполняется массами используемой в каркасах арматуры. Эти данные берутся из спецификаций на каждый элемент КЖИ. Размер матрицы по вертикали – количество марок КЖИ, по горизонтали – количество используемых в проекте типов материалов. См. рис. 1.
2. Матрица элементов конструкции (стены, колонны и т.п.). В строках таблицы указываются марки элементов, в столбцах – используемые марки КЖИ (взятые из матрицы 1). Матрица заполняется количеством примененных марок КЖИ для каждого элемента конструкции. Эти данные берутся из спецификаций на каждый элемент конструкции. Размер матрицы по вертикали – количество марок конструкций, по горизонтали – количество марок КЖИ. См. рис. 2.
3. Матрица дополнительного армирования элементов конструкции (распределительная и поддерживающая арматура, локальные усиления и т.п.). В строках таблицы указываются марки конструкций

	d8	d12	d16
Кп1	17,34		73,64
Кп2	4,08	11,84	
Кр1	1,02	5,92	
Кр2	2,95	3,80	
Кр3	2,85	3,38	
Кр4	4,19	5,32	
Кр5	3,73	4,62	
Кр6	2,43	2,84	

Рисунок 1. Матрица КЖИ

	Кп1	Кп2	Кр1	Кр2
Стм1		1	15	
Стм2		1	19	
Стм3		2	14	2
Стм4		3	22	
Стм5		3	15	
Стм6.1		9	13	
Стм6.2		6	23	
Стм7		2	1	

Рисунок 2. Матрица элементов конструкции

(взятые из матрицы 2), в столбцах – применяемые диаметры арматуры разных классов, бетон и другие материалы (взятые из матрицы 1). Матрица заполняется массами используемой дополнительной арматуры и объемами используемых материалов, таких как бетон и т.п. Так же, как и для матрицы 2, эти данные берутся из спецификаций на каждый элемент конструкции. Размер матрицы по вертикали – количество марок конструкций, по горизонтали – количество используемых в проекте типов материалов. См. рис. 3.

4. Матрица количества элементов конструкции. В строках таблицы указываются марки конструкций (взятые из матрицы 2), в единственном столбце – количество элементов определенной марки на весь проект. Эти данные определяются по спецификациям элементов маркировочных схем в проекте. Размер матрицы по вертикали – количество марок конструкций, по горизонтали – 1. См. рис. 4.

Для получения результирующей матрицы, имеющей вид, схожий с ведомостью расхода стали по ГОСТ, необходимо сначала умножить матрицу 2 на матрицу 1, затем к результату прибавить матрицу 3. Для получения сводной ведомости с учетом количества элементов надо каждую строку полученной матрицы умножить на значение в соответствующей строке матрицы 4 (рис. 5).

	d8	d12	d16
Стм1	43,2		
Стм2	51,2		
Стм3	44,2		
Стм4	67,2		
Стм5	51,2		
Стм6.1	72,8		
Стм6.2	83,2		
Стм7	22,4		

Рисунок 3. Матрица дополнительного армирования

	Кол-во
Стм1	30
Стм2	16
Стм3	1
Стм4	15
Стм5	43
Стм6.1	1
Стм6.2	15
Стм7	44

Рисунок 4. Матрица количества элементов

	Кол-во	d8	d12	d16						Бетон	ппс	Арматура
Стм1	30	1877,4	3019,2							84,0		4896,6
Стм2	16	1194,6	1989,1							54,4		3183,7
Стм3	1	72,5	114,2							3,1		186,7
Стм4	15	1528,2	2486,4							61,5	1,5	4014,6
Стм5	43	3630,9	5636,4							124,7		9267,4
Стм6.1	1	144,3	210,2							4,2		354,5
Стм6.2	15	2112,9	3278,4							78,0		5391,3
Стм7	44	1603,4	1552,3							22,0		3155,7
		12164,2	18286,2	0,0						431,9	1,5	30450,4

Рисунок 5. Сводная ведомость с учетом количества элементов

Один раз разработанная «книга» в программе Microsoft Excel позволяет значительно сократить время составления сводной ведомости, снизить вероятность ошибки. Производительность труда проектировщика при формировании сводной ведомости может увеличиться в 10 и более раз по сравнению с ручным подсчетом. Внесение изменений в проектную документацию не вызовет проблем с пересчетом сводной ведомости, достаточно только изменить значения в уже готовых матрицах на новые. Разработанная «книга» размещена в сети Интернет по адресу: <http://ifolder.ru/10011263> Пример заполнения – по адресу: <http://ifolder.ru/10011354>

Оформление разработано таким образом, чтобы работать с таблицами было наиболее удобно. Ячейки таблицы, выделенные синим цветом, предназначены для заполнения исходными данными. Ячейки, значения в которых рассчитываются автоматически, выделены оранжевым. Цвета строк чередуются, что облегчает заполнение матрицы при большом количестве однотипных данных. Для таблиц сделаны «шапки», которые остаются неподвижными при перематке таблиц по вертикали. Процедура перемножения матриц требует, чтобы все неиспользованные ячейки были заполнены нулями, но программными средствами это задача решена – ячейки можно оставлять пустыми.

Разработанная «книга» позволяет использовать в проекте до 200 типов марок КЖИ, 100 типов элементов конструкции, 9 типов арматуры и 2 типа других материалов (например, бетон и утеплитель). Если этого окажется недостаточно, любой опытный пользователь Microsoft Excel без труда разберётся с формулами и, при необходимости, внесёт изменения под свои конкретные задачи. Неиспользуемые столбцы и строки всегда можно сжать до нулевой толщины (см. табл. 5).

*\*Дмитрий Вячеславович Руденко, ООО «Фордевинд»,*

*Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

*Эл. почта: 3952800@gmail.com*