

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Л. Г. Седракин.

Расчеты каменных столбов таврового сечения
 на внецентренное сжатие

Из имеющихся в литературе формул расчета элементов каменных конструкций таврового сечения более близкие к действительности результаты дают формулы У—57—43*. Однако даже при этом имеется расхождение между расчетными и опытными данными, возрастающее по мере возрастания эксцентриситета нормальной силы и достигающее 600 и более % при эксцентриситете $\Omega=0,9a$, что уменьшает практическую ценность упомянутых формул.

Лучшие результаты получаются, если расчет тавровых сечений производить по нашим формулам, выведенным для расчета прямоугольных сечений, при неизбежном введении некоторых упрощающих предположений. Эти формулы для расчета каменных элементов прямоугольного сечения на внецентренное сжатие имеют вид [1,2]:

$$P=P_0 \psi \quad (1)$$

$$P_0 = \frac{0,92 \cdot F \cdot R_1}{16, \beta} \left(3 - 2,4 \beta \right) \quad (2)$$

$$\beta = \frac{1}{2,60 + \frac{80}{R_1} \frac{0,4 R_1 + 10}{0,3 R_1 + R_2}}; \quad (3)$$

$$\psi = \frac{(3 - 2,4 \beta) \left(1 - \frac{e}{a} \right) + \frac{1 + \beta}{\pi} \sin \frac{\pi e}{a} \frac{\beta(1 + \beta)}{2\pi} \cdot \sin \frac{2\pi e}{a}}{(3 - 2,4 \beta)},$$

где P —разрушающая нагрузка при $\frac{l}{h} > 8$,

P_0 —разрушающая нагрузка образца при $\frac{l}{h} = 8$, нагруженного центрально.

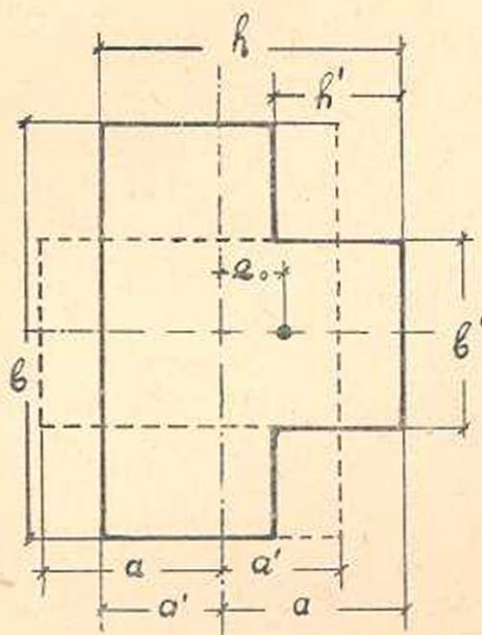
F —площадь сечения,

h —сторона сечения в направлении которого действует момент (черт. 1),

* Указания по проектированию и применению каменных и армокаменных конструкций в условиях военного времени*, 1943 г.

R_1 —временное сопротивление камня (кирпича) на сжатие, определенное стандартным способом,

R_2 —прочность раствора,



$e = e_0 + e'$, где e_0 —эксцентриситет, действующей силы, e' —дополнительный эксцентриситет который для элементов с $\frac{l}{h} \geq 8$ добавляется к эксцентриситету действующей силы, с целью учета отклонения физической оси кладки от геометрической.

Значение e' определяется по формуле, данной проф. Л. И. Онищиком [4];

$$e' = 0,02 a + 0,001.$$

a —расстояние от центра до края сечения в сторону эксцентриситета.

Эти формулы можно применять для расчета элементов таврового сечения при следующих условиях:

а) когда нагрузка смещена от центра тяжести сечения в сторону ребра b' (черт. 1), в формулу (1), взамен произведения $F=bh$, следует подставить

$$F = [bh - h'(b - b')] \left(1 - \frac{e}{a} \right) + 2ab' \cdot \frac{e}{a}; \quad (4)$$

б) когда нагрузка смещена в сторону грани b , в формулу (1), взамен произведения $F=bh$, подставляется (черт. 1).

$$F = [bh - h'(b - b')] \left(1 - \frac{e}{a} \right) + 2a'b \cdot \frac{e}{a}. \quad (5)$$

Следует учесть также, что формулы (1) и (2) выведены для расчета прямоугольных сечений обычно применяемых размеров.

При применении указанных формул для расчета тавровых сечений нужно ограничивать так же отношения ширины полки к ширине ребра до 4 $\left(\frac{b}{b'} \leq 4 \right)$.

В таблице 1 приводятся сравнения опытных данных, полученных в ЦНИПС-е в 1945—1946 г.г. для образцов таврового сечения с расчетными данными, полученными по формулам У-57-43 и по формуле автора.

Сходимость результатов, полученных по различным формулам с опытными (1945—1946 гг.) при внецентричном сжатии для таврового сечения [3]

Таблица 1

№№ п.п.	Год испытания	Кол-во испытанных образцов	Прочность в кг/см ²		Значение эксцентриситета от—до с а	Среднее арифметическое отклонение от экспериментальных данных				Среднее квадратичное отклонение в ‰			Максимальное отклонение экспериментальных данных от данных по формулам									
			R Камень	R ₂ Раствора		Ук—57—43		Ук—57—43		Автора		Ук—57—43	У—57—43 по Пильдину	Автора	Ук—57—43							
						+	—	γ По Пильдину		+	—				+	—	+	—				
								+	—										+	—		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	1945	12	100	30	0,00—0,60	—	19,93	—	22,7	—	16,4	21,2	22,9	18,06	—	26,9	—	26,9	—	25,8		
2	1945	8	150	30	0,00—0,60	23,4	—	19,75	—	—	8,08	29,1	24,0	8,4	40,6	—	33,3	—	—	10,6		
3	1946	9	150	4	0,00—0,60	13,65	—	44,05	—	17,85	—	64,0	50,8	22,4	89,5	—	69,3	—	32,0	—		
4	1946	14	150	50	0,00—0,60	13,1	6,3	18,2	6,9	9,25	11,5	18,0	13,6	18,4	40,0	6,3	27,3	7,5	15,1	19,5		
Для всех опытов												33,75	27,2	15,85	88,5	26,9	69,3	23,9	32,0	25,8		
5	1945	4	150	30	0,90	400	—	160	—	108	—	400	150	108,0	400	—	150	—	108	—		
6	1946	3	150	4	0,90	670	—	200	—	114	—	670	200	114,0	670	—	200	—	114	—		
7	1946	3	150	50	0,90	300	—	83	—	66,5	—	300	53	66,5	300	—	83	—	66,5	—		
8	1946	3	150	50	—0,60	547	—	226	—	158	—	547	226	178,0	547	—	226	—	158	—		
Для всех образцов												479,25	164,75	111,62	670	—	226	—	158	—		

Таблица 2

Значения ψ

№№ п. п.	$\frac{e}{a}$	0,26	0,35	0,45	0,55	0,675
	β					
1	2	3	4	5	6	7
0	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,02	0,982	0,988	0,989	0,988	0,988
2	0,04	0,975	0,976	0,977	0,976	0,976
3	0,06	0,963	0,964	0,965	0,965	0,964
4	0,08	0,951	0,952	0,953	0,954	0,953
5	0,10	0,939	0,941	0,942	0,943	0,948
6	0,12	0,927	0,929	0,931	0,933	0,938
7	0,14	0,915	0,918	0,921	0,923	0,924
8	0,16	0,903	0,906	0,910	0,913	0,916
9	0,18	0,891	0,895	0,900	0,904	0,909
10	0,20	0,878	0,884	0,890	0,896	0,903
11	0,22	0,866	0,862	0,880	0,888	0,898
12	0,24	0,854	0,861	0,870	0,880	0,894
13	0,26	0,841	0,850	0,861	0,873	0,892
14	0,28	0,828	0,839	0,852	0,867	0,890
15	0,30	0,816	0,828	0,843	0,860	0,889
16	0,32	0,803	0,817	0,834	0,855	0,888
17	0,34	0,789	0,805	0,825	0,849	0,888
18	0,36	0,776	0,793	0,816	0,843	0,889
19	0,38	0,762	0,781	0,807	0,838	0,890
20	0,40	0,748	0,769	0,797	0,832	0,890
21	0,42	0,734	0,756	0,787	0,825	0,891
22	0,44	0,718	0,743	0,779	0,819	0,891
23	0,46	0,702	0,728	0,765	0,811	0,891
24	0,48	0,686	0,714	0,753	0,803	0,889
25	0,50	0,667	0,699	0,740	0,794	0,886
26	0,52	0,651	0,683	0,727	0,783	0,884
27	0,54	0,633	0,667	0,712	0,771	0,876
28	0,56	0,614	0,648	0,694	0,758	0,867
29	0,58	0,595	0,630	0,679	0,746	0,856
30	0,60	0,574	0,610	0,661	0,727	0,844
31	0,62	0,552	0,589	0,641	0,708	0,828
32	0,64	0,530	0,567	0,619	0,688	0,810
33	0,66	0,507	0,544	0,596	0,665	0,789
34	0,68	0,482	0,519	0,572	0,641	0,764
35	0,70	0,457	0,494	0,546	0,614	0,736
36	0,72	0,432	0,468	0,518	0,586	0,706
37	0,74	0,405	0,440	0,489	0,555	0,672
38	0,76	0,375	0,411	0,458	0,522	0,634
39	0,78	0,349	0,381	0,426	0,487	0,594
40	0,80	0,320	0,350	0,392	0,450	0,551
41	0,82	0,290	0,318	0,358	0,410	0,505
42	0,84	0,260	0,285	0,322	0,370	0,457
43	0,86	0,229	0,252	0,284	0,327	0,405
44	0,88	0,197	0,217	0,245	0,283	0,351
45	0,90	0,165	0,182	0,206	0,238	0,292
46	0,92	0,133	0,146	0,166	0,192	0,239
47	0,94	0,100	0,110	0,125	0,145	0,180
48	0,96	0,067	0,074	0,084	0,097	0,088
49	0,98	0,033	0,037	0,042	0,049	0,061
50	1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Как видно из приведенных данных, формула автора дает значительно меньшие отклонения по сравнению с опытными данными, нежели применяемые формулы.

Кроме указанного, предлагаемая формула имеет следующие преимущества:

1. Формула применима для всех значений $\frac{e}{a}$ от 0 до 1, т. е. существующее ныне разделение элементов на группы в зависимости от величины эксцентриситета полностью устраняется.

2. Все величины, входящие в формулу, относятся ко всему сечению и нет необходимости определять высоту активной зоны при выключении из работы части сечения.

3. Пользование формулой (1) и таблицей 2 для ψ довольно просто: достаточно иметь e и β (соответственно R_1 и R_2), чтобы найти по таблице значение ψ и умножая его на P_0 (рассчитываемое по формуле (2) или по $V-57-43$) получить величину разрушающей нагрузки при данном эксцентриситете.

4. При расчете по предложенной формуле можно достичь существенной экономии материалов, более полно используя их механические свойства.

Ереванский Политехнический
Институт им. Карла Маркса.

Поступило 4 XII 1949.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Г. Седракан—Новая формула для расчета кирпичных столбов: ДАН Арм. ССР, т. № 2, 1948.
2. Л. Г. Седракан—Новый метод расчета каменных конструкций. Сб. научных тр. Ереванского Политехнического Института, № 3, 1948.
3. М. Я. Пилдиш—Проверка формулы внецентренного сжатия для таврового сечения. Отчет к. т. и. (ЦНИПС), 1946.
4. Л. И. Огицкий—Прочность и устойчивость каменных конструкций, 1937.

1. Գ. Սեդրակյան

ԱՐՏԱԿԵՆՏՐՈՆ ՍԵՂՄՎԱԾ ՏԱՎՐԱՅԻՆ ՀԱՏՎԱԾՔ ՈՒՆԵՑՈՂ ՔԱՐԵ ՍՅՈՒՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հորվածում արված է ուղղանկյուն հատվածքով քարային էլեմենտների հաշվարկի համար հեղինակի ստացած (1), (2), (3) բանաձևերի կիրառումը՝ տավրային հատվածք ունեցող էլեմենտների հաշվարկի համար:

Տավրային հատվածք ունեցող էլեմենտների կոնստրուկցիաների էլեմենտները հաշվարկելիս (1), (2), (3), բանաձևերը կիրառելու համար պահանջվում է այդ բանաձևերի մեջ հատվածքի մակերեսի (F) փոխարեն

մացնել (4) կամ (5) արտահայտութիւնները, նայած թե արտաքին ուժը գտնվում է չեզոք ատենցքից դեպի կողի, թե հարթակի (полка) կողմը:

Այդ կատարելուց հետո (1), (2), (3) բանաձևերով ստացված արդյունքները շատ ավելի լավ են համապատասխանում փորձի արդյունքներին, քան գոյութիւն ունեցող բանաձևերով ստացված արդյունքները (տես աղյուսակ 1):

Առաջարկված բանաձևը շատ ավելի ընդհանուր է և հարմար օգտագործելու համար՝ հաշվարկ կատարելիս ավելի լրիւ են օգտագործվում շինանշութի մեխանիկական հատկացումները, որի շնորհիւ ստացվում է զգալի անտեսում: