

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Д. А. МХИТАРЯН

К МЕТОДИКЕ ПОДБОРА БЕТОНОВ ДЛЯ
 МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИИ

В заметке приводятся некоторые результаты исследования влияния добавки глины на прочностные и деформационные характеристики бетонов, а также результаты исследования подобия модельного и натурного бетонов. В основу исследования легла теория расширенного подобия, разработанная А. Г. Назаровым [1], и методика моделирования конструкций из неупругих материалов [2].

Для исследования были изготовлены и испытаны 14 серий призм размерами $10 \times 10 \times 30$ см.

Для изготовления опытных образцов из легкого и тяжелого бетонов были применены следующие материалы: портландцемент с активностью 400 кг/см^2 ; дробленый туфовый песок со средней крупностью 0,46 мм, содержащий по весу 2% пылевидных частиц туфа; туфовый щебень с наибольшей крупностью 20 мм и с пустотностью 38%; речной кварцевый песок с объемной массой 1560 кг/м^3 ; гравий с объемной массой 1600 кг/м^3 и добавки глины от 0 до 80% от веса цемента.

Применялась глина джаджурского карьера, имеющая следующий гранулометрический состав:

глиняные фракции	до 0,005 мм	— 50,90 %;
пылевидные фракции	от 0,005 до 0,05 мм	— 34,07 %;
песчаные фракции	от 0,05 до 0,23 мм	— 14,25 %;
гравийные фракции	0,23 мм и более	— следы.

Результаты химического анализа глины (в %) приведены в табл. 1.

Таблица 1

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Fe ₂ O ₃	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	ппп
48,46	14,87	9,95	11,50	0,90	0,12	0,10	4,60	1,29	1,60	1,80	13,25

Введение добавки глины влечет за собой некоторое повышение количества воды, необходимой для получения заданной консистенции раствора.

Приготовление бетона производилось вручную, а уплотнение—на виброплощадке при продолжительности вибрации 30 сек. Образцы

освобождались от форм через день и хранились в помещении с температурой воздуха $20 \pm 3^\circ\text{C}$ и относительной влажностью $56 \pm 7\%$.

Испытание образцов было произведено в месячном возрасте. Деформации бетона измерялись при помощи проволочных тензодатчиков ПКБ с базой измерения 20 мм и коэффициентом тензочувствительности 2,2. Тензодатчики приклеивались целлулоидным клеем на две противоположные грани призм в продольном и поперечном направлениях. Для температурной компенсации измерения сопротивления активного плеча тензометрического моста использовались компенсационные датчики соответственно каждому активному тензодатчику.

Для определения относительной деформации применялся тензометрический усилитель типа ИСД-3 с непосредственным отсчетом по шкале прибора.

Анализ результатов исследований показал, что применение джаджурской глины придает бетонам большую пластичность и удобоукладываемость и сильно понижает величины модулей упругости и прочности.

Анализ результатов исследования показал, что путем добавки глины возможно получить модельные бетоны со значительно низкими прочностями и модулей упругости. Нами получены бетоны с широким диапазоном модулей упругости и значений прочности при незначительном изменении объемной массы. Диапазон изменения величин некоторых физико-механических характеристик модельных бетонов приведен в табл. 2, там же приведены данные, взятые из литературных источников [3].

Полученные нами модельные бетоны имеют то преимущество, что они легкодоступны, имеют большую пластичность, легкоизготавливаемы и, что важно, объемная масса изменяется незначительно. Добавка глины значительно повышает пластичность бетона.

Исходя из теории расширенного подобия [1] и методики моделирования конструкций из упруго-пластичных материалов [2] проверена возможность использования этих материалов в качестве модельных, подобных тяжелому бетону. Поэтому были определены множители подобия α , β и γ при равных ускорениях для оригинала и модели, т. е. при условии $\beta = \alpha^2$ (табл. 3).

Для модельных бетонов за оригинал принят тяжелый бетон марки 200 с $R_{np} = 145 \text{ кг/см}^2$, $E_0 = 265000 \text{ кг/см}^2$ и коэффициентом пластичности 0,6. Для всех модельных материалов имеем случай, когда модель и оригинал осуществлены из упруго-пластичных материалов, имеющих разные пластические свойства ($\lambda_p' \neq \lambda_p$).

Ставилось требование — рассмотреть индикаторные кривые в целом или их определенные участки. Для легкого бетона составов $D = 10\%$ и $D = 20\%$ (D — величина добавки глины) и тяжелого бетона состава $D = 10\%$ были рассмотрены индикаторные диаграммы в целом, т. е. в пределах $0 \leq \varepsilon/R_{np} \leq 1$, а для остальных составов — участки диаграмм при относительных напряжениях $0 \leq \varepsilon/R_{np} \leq 0,9$ или $0 \leq \varepsilon/R_{np} \leq 0,8$.

Таблица 2

Физико-механические характеристики модельных бетонов

Материал	Объемная масса γ_0 , в т/м^3	Призмная прочность при сжатии $R_{пр}$, в кг/см^2	Модуль упругости при сжатии E_0 , в 10^3 кг/см^2	Пределная деформативность ϵ , в 10^{-5}	Относительный модуль упругости $\frac{E_0}{R_{пр}}$	Коэффициент Пуассона μ
Легкий бетон с добавкой глины от 0 до 80% (от веса цемента) по данным автора	1,55-1,37	45-8	47,8-11,4	183-1100	1061-1780	0,17-0,29
Тяжелый бетон с добавкой глины от 0 до 80% (от веса цемента) по данным автора	2,24-2,00	62-12	131,5-16,8	191-4620	2121-1405	0,17-0,29
Керамзитобетон*	1,37-1,26	42-2,4	51,4-6,2	250-95	1225-2580	0,16-0,18
Стиропоробетон*	1,30-1,12	49,6-10	54-9,1	165-148	1080-900	0,17-0,19
Газобетон*	1,02-0,41	7,5-0,8	44-3,6	160	1250-1240	0,16-0,19
Пемзобетон*	1,63-1,44	41-3	50-5,1	165-125	1220-1800	0,16-0,18
Полимербетон* на ПВА	1,87-2,13	109,4-50,6	33-7,7	1075-1435	1250-695	0,20-0,25
Латексбетон* на ДВХБ-70	1,47-1,41	33-19	41,2-13,2	230-1300	1250-695	0,20-0,25
Пемзобетон (по данным ТНИИСГЭИ)		139-15	61-13,6		440-905	0,2
Пемзобетон* (Бергамо, Италия)		41	35		855	0,16-0,22
Пемзобетон* (Болгария)	1,19-1,05	84-41	44-27,5		524-670	0,2

* Данные взяты из работы [3]

Таблица 3

Модельные материалы	Рассматриваемые пределы	Множители подобия при $\beta = \gamma$				Средняя точность модели-роп. в %
		α	β	γ	δ	
Легкий бетон						
Состав № 1 (D=10%)	$0 < \sigma; R_{np} < 1$	0,50	0,32	1,86	0,63	3,3
№ 2 (D=20%)	$0 < \sigma; R_{np} < 1$	0,32	0,20	2,00		7,6
№ 3 (D=40%)	$0 < \sigma; R_{np} < 0,9$	0,23	0,15	1,88		10,8
№ 4 (D=60%)	$0 < \sigma; R_{np} < 0,9$	0,12	0,08	1,63		12,0
№ 5 (D=80%)	$0 < \sigma; R_{np} < 0,8$	0,095	0,06	1,91		8,0
Тяжелый бетон						
Состав № 1 (D=10%)	$0 < \sigma; R_{np} < 1$	0,3	0,28	1,69	0,93	16,3
№ 2 (D=20%)	$0 < \sigma; R_{np} < 0,8$	0,27	0,25	1,48		11,0
№ 3 (D=40%)	$0 < \sigma; R_{np} < 0,8$	0,21	0,19	2,37		13,4
№ 4 (D=60%)	$0 < \sigma; R_{np} < 0,8$	0,14	0,13	2,44		14,0
№ 5 (D=80%)	$0 < \sigma; R_{np} < 0,8$	0,11	0,08	2,22		16,7

На рис. 1 показаны индикаторные диаграммы для подобных упруго-пластических материалов при приближенном моделировании.

Анализируя индикаторные кривые подобных упруго-пластических материалов можно сказать, что при решении задач приближенного моделирования в качестве модельного материала можно принять все полученные низко модульные бетоны на легком и тяжелом заполнителях.

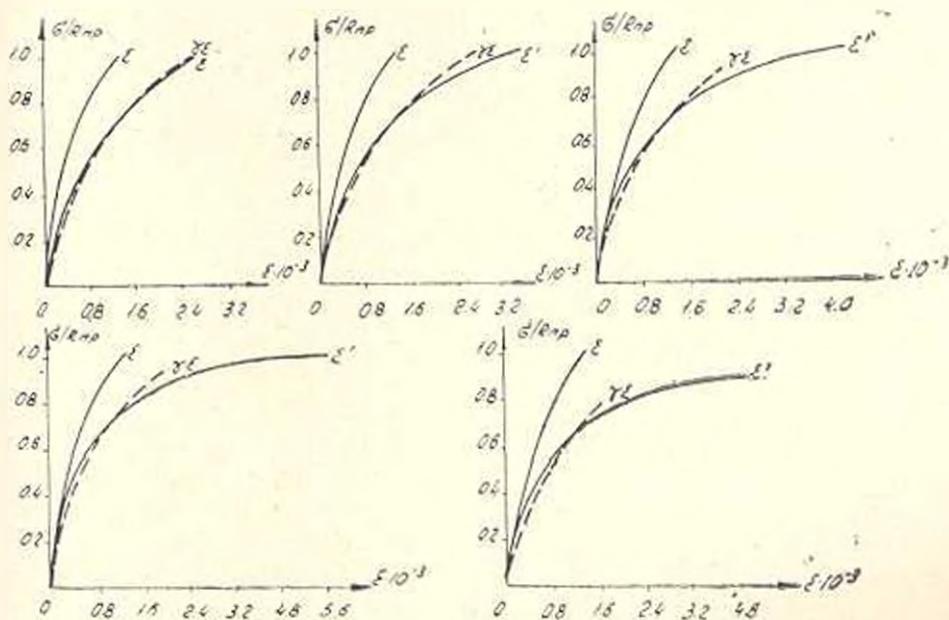


Рис. 1.

Для оценки точности преобразования индикаторных кривых подобных материалов были оценены погрешности моделирования (табл. 3). Для всех модельных материалов (бетонов), при рассмотре-

нии индикаторных кривых деформаций в целом или их определенных участков, приближенное моделирование имеет достаточную точность. Средняя ошибка точности моделирования колеблется от 3 до 12% (для легкого модельного бетона) и от 11 до 16,7% (для тяжелого модельного бетона).

Анализ полученных результатов подбора множителей подобия λ , β , γ , а также погрешностей моделирования полученных низко модульных бетонов позволяет рекомендовать эти материалы в качестве модельных при исследовании работы строительных конструкций на моделях, а также подтверждает пригодность местных (джаджурских) глины для получения модельных материалов из легкого и тяжелого бетонов.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Арм. ССР

Поступило 13.11.1973.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Назаров А. Г. О механическом подобии твердых деформируемых тел. Ереван, 1965.
2. Руководство по исследованию механических свойств строительных конструкций на моделях. Ереван, 1967.
3. Розанов Н. П., Каганов Г. М. Низкомодульные материалы для моделей и задачи их дальнейших исследований. «Моделирование строительных конструкций». Сб. статей ЦИНИСК им. Кучеренко, НИИЖБ, МПСИ, М., 1971.