

## ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

И.К. Юркевич

УДК 691.87:691.316

### ИССЛЕДОВАНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ С ПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫМ БЕТОНОМ

Применение бетона на основе жидкого стекла в конструкциях, эксплуатируемых в агрессивной среде, было ограничено ввиду его большой пористости. Проведенные исследования [2, 3] показали, что введение полимерной добавки фуритилового спирта в количестве 3% от массы жидкого стекла позволяет получить плотный бетон с улучшенными прочностными свойствами, непроницаемый для кислот.

Получение бетонов с улучшенными показателями позволило применить его как в виде футеровочного слоя для противокоррозионной защиты бетонных и стальных конструкций (полы, скрубберы, кислотохранилища), так и в качестве химически стойкого конструктивного материала при устройстве фундаментов под техническое оборудование, приемных барок заводов искусственного волокна и т.д.

Имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные еще недостаточны для реального проектирования конструкций из полимерсиликатного бетона. Одним из малоизученных вопросов является сцепление арматуры с бетоном, что особенно необходимо иметь для создания конструкций, работающих в агрессивных условиях.

С этой целью в ПКБ треста "Запхимремстроймонтаж" были поставлены опыты по определению силы сцепления арматуры класса А-I и А-III с полимерсиликатным бетоном. В опытах использовался следующий состав бетонной смеси: щебень гранитный - 1000 кг/м<sup>3</sup>; песок кварцевый - 500 кг/м<sup>3</sup>; мука андезитовая - 500 кг/м<sup>3</sup>; жидкое стекло - 290 кг/м<sup>3</sup>; М = 2,85;  $\gamma = 1,4$ ; кремнефтористый натрий - 44 кг/м<sup>3</sup>; фуритиловый спирт -

- 8,75 кг/м<sup>3</sup>. Дополнительно исследовалось сцепление стеклопластиковой арматуры диаметром 6 мм производства ИСиА Госстроя СССР.

Бетонная смесь приготавливалась в бетономешалке принудительного действия и уплотнялась на виброплощадке. Опытные образцы изготавливались размером 100x100 мм высотой 50, 80 и 100 мм и 150x150x150 мм с расположением в центре арматурного стержня. Опалубка снималась с образцов на следующий день после изготовления, после чего они хранились в течение 60 суток в естественных условиях при температуре 18-20°C.

Средняя прочность полимерсиликатного бетона на сжатие определялась по результатам испытания кубиков с гранью 100 мм и составляла 330 кгс/см<sup>2</sup>. Прочностные характеристики арматуры соответствовали требованиям СНиП. Стеклопластиковая арматура имела  $\sigma_{вр} = 10000$  кгс/см<sup>2</sup> и  $E_a = 472000$  кгс/см<sup>2</sup>.

Испытание образцов на выдергивание арматуры производилось на пятитонной разрывной машине с применением специальной рамы [4]. Нагрузки прикладывались ступенями, составляющими 10% от разрушающей с выдержкой на каждой ступени 30 сек, а после начала смещения нагруженного конца стержня - 3 мин. Смещение нагруженного конца стержня замерялось с помощью двух индикаторов часового типа с ценой деления 0,001 мм. Всего было испытано 36 образцов, по 3 образца на каждый класс арматуры и глубину заделки стержня.

Анализ данных табл. I показывает, что начало смещения стержней находится в прямой зависимости от глубины их заделки. За начало сдвига стержней (проскальзывание) принималась нагрузка, при которой резко возрасла деформация.

Для стеклопластиковой и стальной арматуры периодического профиля с увеличением глубины заделки от 5 до 15 см величина силы сцепления возросла в 1,5-1,8 раза. Это свидетельствует о значительной роли механического зацепления арматуры с бетоном (рис. I).

При испытании обнаружена зависимость характера разрушения образцов от класса арматуры. Образцы со стеклопластиковой и стальной арматурой класса А-I разрушались из-за проскальзыва-

Таблица I

Класс арма- турн	Глубина заделки стержня см	Начальные смещения от I-й ступени		Проскальзы- вание стержня		Выдергивание стержня или разрушение бетона	
		кгс/см <sup>2</sup>	мм	кгс/см <sup>2</sup>	мм	кгс/см <sup>2</sup>	мм
СПА	5	2I	I	48,4	5,5	97,3	160-260
	8	48,7	I,2	66,7	6,2	105,7	230-390
	10	6I	I,2	72,7	8,2	95,8	150-380
	15	6I,I	2	69	20	76,4	160-разр. арм.
А-I	5	3I,5	I,I	53,I	3,8	72,9	7-10
	8	37,5	I,3	50,8	2,3	79,4	6-8
	10	4I,6	0,8	52,8	2,6	69,3	45-108
	15	45,9	I	5I,8	5	55,5	33-386
А-Ш	5	29,7	I,2	53,I	3,I	74,5	8,I
	8	36,4	0,8	66	2,5	75,2	7
	10	57,2	I,I	84	3,5	126,7	5-20
	15	64,I	0,5	92	3,8	98	I4-рас- кальва- ние бе- тона

ния стержней. Только при глубине заделки 5 см в некоторых об-  
рывцах наблюдалось раскалывание бетона при интенсивном про-  
оскальзывании стержня (рис. 2). Образцы, армированные сталью  
класса А-Ш, разрушались только от раскалывания бетона (рис.3).  
Начало смещения (проскальзывания) стержней происходило при  
более высоких значениях величины силы сцепления арматуры с бе-  
тоном.

Рассматривая графики смещения незагруженного конца стерж-  
ней относительно верхней грани призм в зависимости от величины  
силы сцепления с бетоном, можно отметить три стадии напряжен-  
ного состояния. На первой стадии деформации бетона и арматуры  
по всей длине заделки имеют упругий характер. При дальнейшем

увеличении нагрузки наступает вторая стадия напряженного состояния, когда скорости нарастания деформаций резко возрастают. Вероятно, при этом на значительной части длины заделки под выступами на поверхности арматуры имеют место неупругие деформации бетона и его частичное разрушение в контактном слое. Нагрузки, соответствующие этому моменту, и принимались за начало сдвига стержня (рис.4).

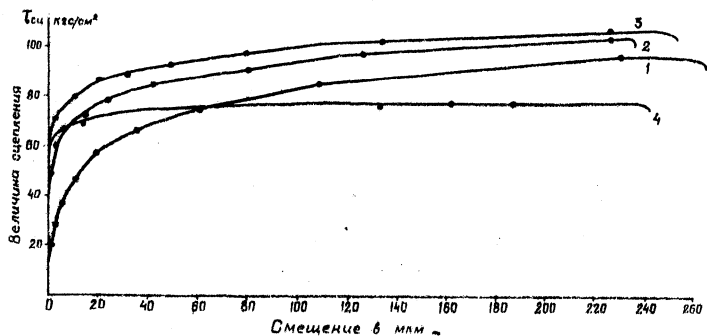


Рис.1. Графики смещения стеклопластиковой арматуры при глубине заделки: 1-5 см (8,7 d); 2-8 см (13,3 d); 3-10 см (16,6 d); 4-15 см (25 d).

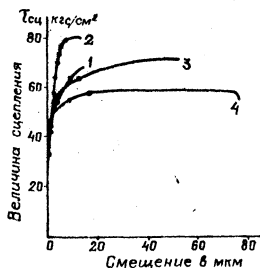


Рис.2. Графики смещения арматуры класса А-I при глубине заделки: 1-5 см (5 d); 2-8 см (8 d); 3-10 см (10 d); 4-15 см (15 d).

При дальнейшем нагружении происходит нарушение контакта на границе арматура-бетон и наступает третья стадия напряженного состояния - стадия разрушения.

Для стеклопластиковой арматуры характерны значительные деформации на второй стадии напряженного состояния, что объясняется пластическими деформациями эпоксифенольного связующего арматуры и выступов.

Наименьшие предельные деформации отмечены в образцах с арматурой периодического профиля.

Увеличение величины сцепления полимерсиликатного бетона с арматурой объясняется более высокой растяжимостью послед-

ного по сравнению с цементным бетоном. Влияние отдельных факторов на величину сцепления в опытах не изучалось, так как из литературы известно, что усадка бетона, условия твердения и температурные воздействия значительно не влияют на сцепление арматуры с бетоном [1].

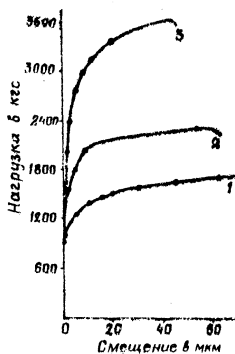
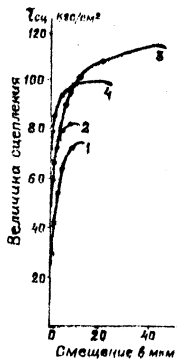


Рис. 3. Графики смещения арматуры класса А-III при глубине заделки: 1-5 см (5d); 2-8 см (8d); 3-10 см (10d); 4-15 см (15d).

Рис. 4. Графики смещения стержней при глубине заделки 10 см арматуры классов: 1-СПА диам. 6 мм; 2-класса А-I диам. 10 мм; 3-класса А-III диам. 10 мм

На основании опытов наименьшую длину заделки отдельного арматурного стержня (с учетом коэффициента длительного растяжения бетона, равного 0,5) можно рекомендовать: для стеклопластиковой арматуры - 50 d; для стальной гладкой арматуры - 30 d; для стальной арматуры периодического профиля - 25 d.

### Л и т е р а т у р а

1. АХВЕРДОВ И.Н. Влияние усадки, условий твердения и циклических температурных воздействий на сцепление бетона с арматурой. "Бетон и железобетон", №12, 1968.

2. ДАЛЕВСКИЙ А.К., ПУТЯЕВ И.Е. и др. Силикатополимерные материалы в технике производства противокоррозионных работ. Минск, БелНИИНТИ, 1973.

3. МОЩАНСКИЙ Н.А., НЯНЮШКИН В.И., ПУТЛЯЕВ И.Е. Полимерси-

ликатный бетон — кислотоупорный материал с повышенной плотностью. Реферативная информация о передовом опыте. Серия IV. Техника защиты от коррозии. Вып. 5, М., 1971.

4. МУЛИН Н.М. Экспериментальные данные о сцеплении арматуры с бетоном. "Бетон и железобетон", № 12, 1968.

А.С.Залесов, И.А.Титов

УДК 624.041.61

#### ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ

Применяемые в экспериментальных исследованиях железобетонных конструкций методы измерения деформаций с помощью электротензометрии не позволяют получить достаточно полную картину деформирования бетона в зоне среза, разделенной наклонными трещинами. Поэтому для измерения деформаций бетона был использован метод оптически чувствительных покрытий, разработанный в проблемной лаборатории исследования напряжений МИСИ.

В качестве опытных образцов были приняты железобетонные балки из обычного тяжелого бетона, а также из тяжелого мелкозернистого бетона без поперечной арматуры при продольном армировании соответственно  $\mu_a = 0,62$  и  $1,5\%$  и с поперечной арматурой  $\mu_x = 0,36\%$  и  $2,4\%$ . Кубиковая прочность бетона к моменту испытания тех и других балок составляла  $400 \div 550$  кгс/см<sup>2</sup>. Балки имели прямоугольное сечение шириной 15 и высотой 30 см с пролетом среза  $2,4 h_0$ . Всего было испытано 10 балок, из них 6 — с использованием оптически чувствительных покрытий.

С помощью указанных покрытий в пролете среза опытных балок были получены поля изохром (разность главных деформаций) и картина изоклин (направление главных деформаций), а также