

В.В. Адищев, А.Г. Демешкин

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ
МОДЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ СВАИ¹**

Приведены результаты испытаний модельных образцов свай, концевые части которых армированы по-разному. Показано, что деформации в арматуре и в связующем образцов значительно различаются. Предложен один из возможных способов объемного армирования концевой части сваи, который может дать ей существенное повышение прочности при забивке.

При забивке железобетонной сваи в грунт разрушается наиболее армированная концевая часть сваи — оголовок. Это зависит от действия многих факторов, одним из которых — способ армирования оголовка. Существующие методики расчета деформаций и напряжений в сваях [1—5] не позволяют определять напряжения в бетоне и арматуре отдельно, не учитывают структуру, плотность и характер армирования концевой части сваи.

В настоящей работе экспериментально определялось распределение импульса деформации по арматуре и связующему в модельных образцах сваи, оголовки которой армированы различными способами.

Для проведения экспериментов изготовлено два образца одинакового размера квадратного сечения со стороной $a = 50$ мм и длиной $l = 1400$ мм. Длина образца выбрана такой, чтобы исключить влияние отраженного импульса от ненагруженного торца образца. Концевые части одного и того же образца армировались различными способами, что позволило при изготовлении двух образцов сваи испытать четыре оголовка. Оголовки А образцов 1 и 2 армировались стальными сетками разной скважности, расположенными поперек образца на различных расстояниях друг от друга. У образца 1 оголовок Б армировался сеткой, расположенной внутри оголовка по его длине и по контуру каркаса сваи, а у 2 — сеткой, закрученной в рулон. Длина оголовков была разной (рис. 1). Во всех оголовках объемное содержание армирующих элементов было одинаковым и равнялось 2,1 % объема связующего.

Модельные образцы сваи изготавливались в той же последовательности, что и промышленные. Основной каркас образца собирался из четырех стальных стержней диаметром 3 мм, связанных между собой стальной проволокой диаметром 1 и 2 мм. В качестве связующего материала в образцах взята эпоксидная смола ЭД-20 с наполнителем из песка. Соотношение по массе: 1 часть смолы, 2 песка и 0,1 отвердителя. Плотность полученной смеси после полимеризации равна 1,6—1,7 г/см³. Прочностные и жесткостные характеристики связующего определялись на образцах-спутниках. Режимы полимеризации образца-спутника и испытываемого образца сваи совпадали. Отметим, что один и тот же образец можно испытывать несколько раз, не доводя его до разрушения, на разных этапах полимеризации с различным модулем упругости. Модуль упругости связующего материала $E = 5,3$ и 1,3 ГПа для первого и второго образца соответственно.

Торец образца нагружался свободно падающим с высоты 200 мм грузом массой 6,5 кг, движущимся по направляющей. Второй торец опирался на слой резины и пенопласта. Возникающие напряжения сжатия связующего вблизи нагруженного торца не превышали $\sigma_{сж}/10$, где $\sigma_{сж}$ — статическое

¹Данная работа напрямую не относится к области физики взрыва и ее непосредственных приложений. Редколлегия сочла возможным опубликовать ее, как примыкающую к тематике разрушения при взрывных и ударно-волновых нагружениях.

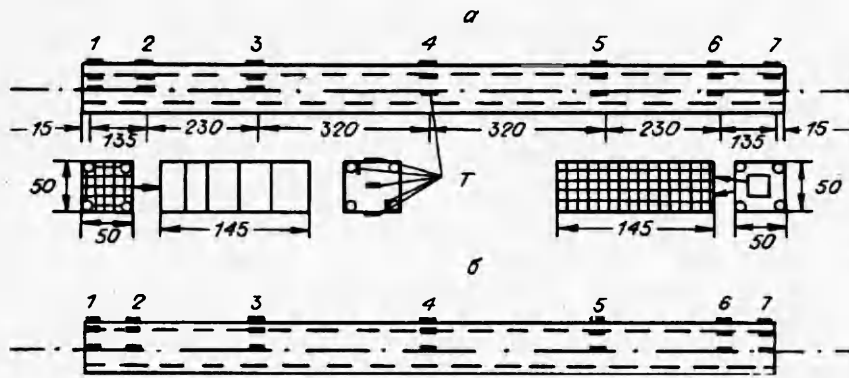


Рис. 1. Схема расположения тензодатчиков на образцах и способы армирования концевых частей образцов 1 (а) и 2 (б) (Т — тензодатчики).

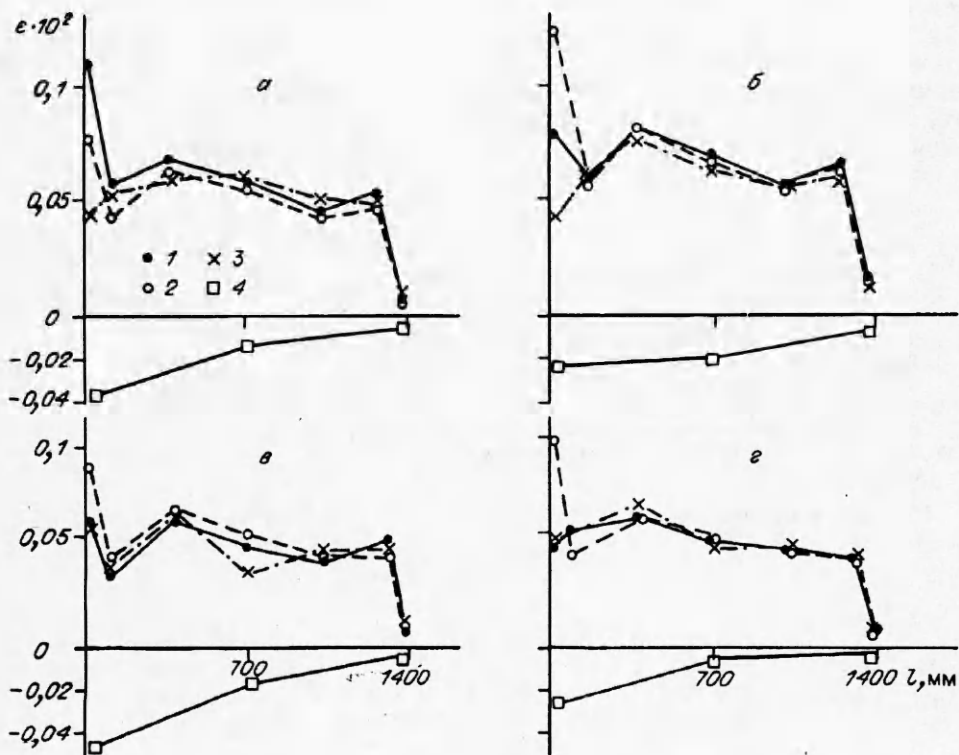


Рис. 2. Распределение деформаций по длине образцов и их сечениям.
а, б — образец 1; в, г — образец 2; а, в — нагружение со стороны оголовка А; б, г — со стороны Б; 1 — деформация на поверхности образца; 2 — в середине; 3 — на арматуре; 4 — деформация растяжения.

разрушающее напряжение при сжатии. Для устранения изгибной составляющей при ударе по торцу и создания плоской волны сжатия соприкасающиеся в момент удара груз и насадка на торец образца выполнены в форме сферы. Насадка передавала нагрузку на образец через систему резиновых прокладок и скользящей смазки между ними. Нагружение проверялось на воспроизводимость эксперимента.

В процессе нагружения деформация растяжения замерялась на поверхности, а деформация сжатия по сечению образца — в трех уровнях: в середине, на арматуре и на поверхности. Схема расположения тензодатчиков по длине и сечению образцов показана на рис. 1. Для замера деформаций в образцах использовались фольговые тензодатчики с базой изме-

рения 1,3 и 5 мм. При изготовлении образцов особое внимание обращено на фиксацию датчиков в заданном месте и их ориентацию по осям образца. При регистрации сигналов с датчиков использовалась потенциометрическая схема. Одновременно запись велась с семи датчиков. Деформация ϵ рассчитывалась по формуле $\epsilon = 2u/(kIR)$, где u — максимальное значение сигнала с тензодатчика, I , R , k — соответственно ток питания датчика, его сопротивление и коэффициент тензочувствительности.

На рис. 2 приведено распределение максимальных сжимающих и растягивающих деформаций по длине испытанных образцов и их сечениям. Анализируя полученное распределение, можно сделать вывод, что вблизи нагруженного торца оголовка деформации арматуры и связующего значительно различаются. Это различие убывает по длине оголовка. Для реализуемого режима нагружения на расстоянии длины оголовка от нагруженного торца в сечении образца сжимающие деформации в арматуре и в связующем становятся равными. При выходе из оголовка деформация сжатия в сечении образца резко возрастает, что можно объяснить изменением жесткости образца.

Сравнивая распределение деформаций в испытанных образцах с различно армированными оголовками, можно сделать вывод, что рулонное армирование уменьшает различие в деформировании арматуры и связующего, сглаживает напряженно-деформированное состояние в оголовке в большей степени, нежели другой испытанный способ армирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якушин В.А., Салихов В.М. Прочность оголовков преднапряженной сваи при воздействии ударной нагрузки // *Бетон и железобетон*. — М., 1986. — № 1. — С. 21—22.
2. Якушин В.А., Салихов В.М. Трещиностойкость железобетонных призматических свай при забивке // В сб. Предварительные напряжения железобетонных конструкций зданий и сооружений. — М.: НИИЖБ, 1989. — С. 58—65.
3. Васильевский Ю.И. Продольный удар по полубесконечному стержню через упругую прокладку // *Прикладная механика*. — Киев, 1970. — Т. III, вып. 4. — С. 129—130.
4. Васильевский Ю.И. Модельное исследование напряженного состояния свай при забивке // *Изв. вузов. Строительство и архитектура*. — 1970. — № 7. — С. 34—40.
5. Васильевский Ю.И. Динамический расчет свай при забивке // *Там же*. — 1972. — № 8. — С. 22—27.

630090, г. Новосибирск,
ИГиЛ СО РАН

Поступила в редакцию 16/VI 1993,
после доработки — 25/1 1994

УДК 532.593

С.А. Новиков, А.П. Погорелов, Л.М. Сеницына

ОБРАЗОВАНИЕ ГЛАДКИХ ОТКОЛОВ В СТАЛИ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СКОЛЬЗЯЩИХ ДВ

Исследовано образование гладких отколов в образцах из стали при подрыве на их поверхности зарядов ВВ с помощью скользящей детонации. При подрыве ВВ в стальном образце за фронтом косых ударных волн сжатия образуются две косые распространяющиеся навстречу друг другу ударные волны разрежения, в результате взаимодействия которых возникает гладкий откол в виде двухгранного угла. Показано, что при изменении состава ВВ (тротил, пластическое ВВ и сплав ТГ 50/50) одной и той же толщины расстояние от вершины двухгранного угла до поверхности, на которой размещался заряд, меняется.

Образование отколов с очень гладкой поверхностью в железе при ударно-волновом нагружении выше давления фазового $\alpha - \epsilon$ -перехода, происходящего при $p \sim 13$ ГПа, связано с аномальным газодинамическим явлением — ударными волнами разрежения (УВР), теоретически предсказанными в [1].

© С.А. Новиков, А.П. Погорелов, Л.М. Сеницына, 1994.