

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.

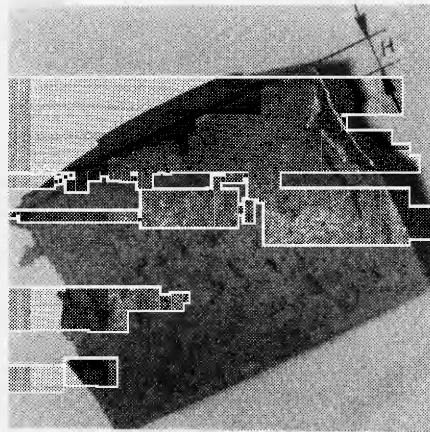
Рис. 1.

Гладкие отколы в железе и стали при нагружении плоской ударной волной описаны в [2—4]. Кольцевые отколы такого типа при взрывном нагружении стальных труб представлены в [5].

В настоящей работе приведены результаты исследований образования гладких отколов в случае нагружения стальных образцов детонационными волнами (ДВ) в режиме скользящей детонации в слое взрывчатого вещества (ВВ).

В экспериментах на торцевой поверхности цилиндрических образцов из стали Ст.3 диаметром 120 и высотой $30 \div 150$ мм располагались диски из различных ВВ (пластическое ВВ, тротил, сплав ТГ 50/50) толщиной $4 \div 12$ мм. Инициирование осуществлялось в двух точках, находящихся на некотором расстоянии друг от друга.

При подрыве ВВ в стальном образце за фронтом косых УВ сжатия образуются две косые УВ разрежения, при взаимодействии которых возникает гладкий откол в виде двугранного угла. Такие отколы находятся в верхней части образца вблизи поверхности, на которой располагался заряд ВВ.



Состав ВВ	$\Delta_{ВВ}$, мм	H, мм
Тротил	4	2,0
	5	3,2
	10	6,1
	4	6,0
Сплав ТГ 50/50	5	6,8
	9	8,0
	12	10,5
	5	6,2
Пластическое ВВ	9	8,6
	12	10,5

После опытов образцы оказывались расколотыми на две части по плоскости, проходящей через линию взаимодействия детонационных волн. Подобное хрупкое разрушение стальных образцов описано в [6]. Общий вид одной из частей разрушенного образца показан на рис. 1, где видна зона разрушения в верхней части образца вблизи поверхности, на которой размещался заряд. На рис. 1 видна четкая линия, представляющая собой вершину (ребро) гладкого откола в виде двугранного угла (отмечена стрелкой). К линии примыкают узкие полосы гладкой поверхности. Схематично форма гладких отколов при данном способе нагружения показана на рис. 2, где поверхности гладких отколов отмечены жирными линиями. Наличие глад-

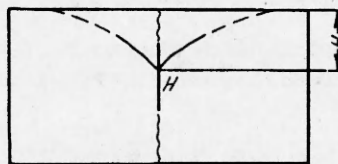
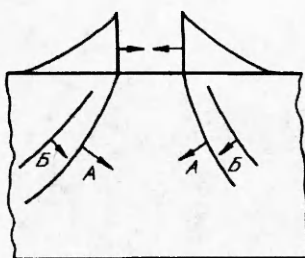


Рис. 2.

Рис. 3.



ких отколов однозначно указывает, что они образованы при взаимодействии УВР в стальных образцах. Схема течения в образце представлена на рис. 3, где А — ударная волна сжатия, В — ударная волна разрежения.

Из геометрических соображений следует, что плоскость столкновения двух УВР располагается под углом к оси образца, и, таким образом, образующиеся отколы будут иметь форму двугранного угла. Появление узких гладких поверхностей (см. рис. 1) вблизи линии, соответствующей вершине двугранного угла, также связано с возникновением в этой зоне скачкообразного изменения давления, приводящего к образованию УВР. В простейшей схеме течения (см. рис. 2) эти УВР не объясняются.

В качестве характеристики описанных гладких отколов в виде двугранного угла можно выбрать расстояние от его вершины до поверхности, на которой располагался заряд ВВ (обозначено H на рис. 1). Следует отметить, что при вариации состава ВВ одной и той же толщины это расстояние изменяется. Результаты экспериментов для трех использованных в опытах ВВ представлены в таблице. Из нее следует, что на расстояние до вершины двугранного угла гладкого откола сильно влияют как толщина Δ , так и состав ВВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (093-013-16504).

ЛИТЕРАТУРА

1. Зельдович Я.Б. Теория ударных волн и введение в газодинамику. — М.: Изд-во АН СССР, 1946.
2. Иванов А.Г., Новиков С.А., Тарасов Ю.И. // ФТТ. — 1962. — 4, Вып. 1.
3. Иванов А.Г., Новиков С.А. // ЖЭТФ. — 1961. — 40, Вып. 6.
4. Erkman J.O. // Smooth spalls and polymorphisum of iron // J. Appl. Phys. — 1961. — 32, N 5.
5. Грязнов Е.Ф., Одинцов В.А., Селиванов В.А. // Изв. АН СССР, Механика твердого тела. — 1976. — № 6.
6. Ананьин А.В., Канель Г.Н. // ФГВ. — 1981. — 17, № 3.

607200, г. Арзамас-16,
ВНИИЭФ

Поступила в редакцию
11/XI 1993

УДК 533.6.011.72

С.В. Куликов, О.Н. Терновая, С.Л. Черешнев

СПЕЦИФИКА ЭВОЛЮЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛ ОДНОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗА ПО ОТНОСИТЕЛЬНЫМ СКОРОСТЯМ ВО ФРОНТЕ УВ

Представлены результаты выполненных с повышенной точностью расчетов функций распределения однокомпонентного газа по скоростям во фронте ударных волн с числами Маха 3, 4, 5 и 10. Использовались параллельно нестационарный метод статистического моделирования и метод Мотт-Смита. Сталкивающиеся молекулы представлялись в виде твердых сфер. Во всех рассмотренных случаях функции распределения пар частиц по относительным скоростям в определенных пространственных сечениях фронта незначительно превышают (1—2 %) их равновесные значения за волной в области тепловых скоростей.

Поступательная неравновесность молекул газа, возникающая во фронте ударной волны (УВ), лежит в основе многих специфических явлений,

© С.В. Куликов, О.Н. Терновая, С.Л. Черешнев, 1994.