

ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРОЧНЕННОЙ ВЗРЫВОМ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ТРИДЦАТИЛЕТНЕГО ХРАНЕНИЯ

А. К. Козорезов, К. И. Козорезов, Л. И. Миркин
(Москва)

Воздействие ударных волн (УВ) на металлы и сплавы сопровождается различными механическими и физико-химическими процессами, в том числе остаточным упрочнением. Не существует для всех металлов и сплавов, различающихся по физико-механическим свойствам, кристаллической структуре и по химическому составу, единого механизма упрочнения при воздействии УВ. Нередко степень упрочнения определяется амплитудой давления УВ [1, 2], в других случаях — величиной деформации за фронтом, формой и длительностью импульса сжатия и др., однако всегда она зависит от количества искажений, остающихся в кристаллической решетке металла после прохождения УВ. Последние могут иметь место на субмикро-, микро- и макроуровнях. При этом достигается увеличение таких параметров прочности, как предел текучести, временное сопротивление на разрыв, твердость. Одновременно наблюдается снижение характеристик пластичности — относительное удлинение и сужение при одноосном растяжении и ударная вязкость.

Снижение характеристик пластичности металлических материалов происходит из-за образования скоплений дислокаций в некоторых локальных объемах по сравнению с их средними значениями. В этих объемах возможно образование субмикротрещин [3]. Чем выше давление в УВ, тем более высокими оказываются остаточные параметры прочности и более низкими характеристики пластичности металла [1, 2]. Поскольку цель упрочнения состоит в увеличении прочностных характеристик, технологические процессы упрочнения металлов взрывом осуществляются при высоких давлениях УВ. При этом возможность повреждения структуры металла субмикро- и макротрещинами не учитывается. В [3] показано, что предельные параметры УВ (давление и степень деформации), при которых исключается образование субмикротрещин при упрочнении, например малоуглеродистой стали, — давление $p = 11-12$ ГПа и степень деформации 10—11%. Следовательно, при $p > 12$ ГПа в объеме малоуглеродистой стали будут отмечаться повреждения структуры. В литературе нет указаний на то, как могут изменяться физико-механические характеристики металлов, упрочненных УВ, при их длительном хранении. Цель настоящей работы — определение характеристик малоуглеродистой стали, упрочненной взрывом, после 30-летнего хранения.

Образцы стали (типа Ст. 10) в 1955 г. были упрочнены УВ с $p = 42,5$ ГПа, и для них определены физико-механические характеристики [1]. Эти образцы хранились в лабораторных условиях (без нагрузки) 30 лет. В 1985 г. снова были определены физико-механические характеристики этих образцов (см. таблицу). Значения, приведенные в таблице, являются средними из 20 измерений. Видно, что микротвердость и предел текучести у упрочненного образца за 30 лет хранения практически не изменились. Характеристики тонкой кристаллической структуры

Состояние образца	H , кг/мм ²	σ , кг/мм ²	$d \cdot 10^5$, см	$\frac{\Delta a}{a} \cdot 10^2$	$\beta \cdot 10^{-10}$, см ⁻²
Исходное и после отжига 1985 г.	161	22,7	3,82	0	1,83
Упрочненный в 1955 г. [1]	317	69,7	0,82	0,02	4,50
Упрочненный в 1985 г.	309	69,4	1,6	0,02	0,9

Примечание. d — размер блоков; $\Delta a/a$ — микроскажения; β — плотность дислокаций; H — микротвердость; σ — предел текучести.

претерпели в пределах точности измерений некоторое изменение. Размер блоков когерентного рассеяния увеличился в 2 раза, а плотность дислокаций уменьшилась соответственно в 4 раза. По-видимому, это произошло вследствие перераспределения дислокаций. Микроискажения второго рода остались на том же уровне.

Таким образом, можно считать, что упрочненные взрывом образцы из малоуглеродистой стали в течение 30-летнего хранения практически не меняют своих физико-механических свойств. Целесообразно в дальнейшем определить изменение физико-механических характеристик упрочненной взрывом стали при хранении под нагрузкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. И. Козорезов, Н. Ф. Скугорова. Физика и химия обработки материалов, 1969, 2, 99.
2. А. А. Дерibas, В. Ф. Нестеренко, Т. С. Тесленко. ФГВ, 1982, 18, 6, 68.
3. В. М. Кудинов, А. К. Козорезов, К. И. Козорезов. 6-й Международный симпозиум «Использование энергии взрыва для производства металлических материалов с новыми свойствами». Т. 2. Готвальдов, ЧССР, 1985.

Поступила в редакцию 16/Х 1986

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ДЕТОНАЦИОННО-ГАЗОВОГО НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Л. А. Кантор, С. А. Кантор, М. П. Стронгин
(Барнаул)

Детонационно-газовое напыление — эффективный метод нанесения защитных покрытий. В этом процессе реализуются значительные скорости порошка (400—1000 м/с), что позволяет создавать качественные покрытия с высокой прочностью сцепления с подложкой и низкой пористостью [1]. Однако получение информации, необходимой для выбора оптимальных технологических режимов, методом экспериментальной диагностики наталкивается на значительные трудности. Это делает особенно привлекательным математическое моделирование процесса при изучении структуры газового потока и состояния напыляемого порошка.

В отличие от работ [2—4], где изучалось поведение газодисперсного потока в стволе детонационной установки, в настоящем исследовании процесс рассматривался и в промежутке между стволом и напыляемой поверхностью. Последнее сделало принципиально необходимым анализ двумерной задачи.

Существенно различные времена протекания детонации и истечения газодисперсного потока дают возможность разделить моделируемый процесс на две стадии: 1 — распространение детонационной волны (ДВ), 2 — истечение и натекание на преграду.

Распространение ДВ в стволе моделировалось при помощи простейшей одномерной стационарной теории, позволяющей получить простые аналитические выражения для параметров потока газа. Эти параметры используются при нахождении состояния порошка на временах, определяемых прохождением ДВ до среза ствола, и для задания начального распределения газового потока при решении задачи о течении газодисперсного потока.

Основные допущения модели: газ — идеальный; пренебрегается эффектами вязкости, теплопроводности и турбулентности (вязкость и теплопроводность газа учитываются только при взаимодействии

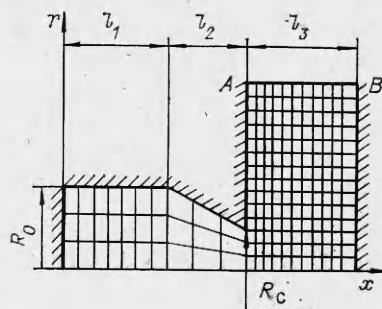


Рис. 1.