

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЗРЫВА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ

М. С. Михалев, Т. И. Егорова

(Свердловск)

Упрочнение металлов взрывом широко известно [1, 2]. Упрочненный металл при нагреве в определенном температурном интервале претерпевает рекристаллизацию. Поэтому сочетание упрочнения взрывной волной, практически не дающего остаточной деформации, и последующего рекристаллизационного отжига может быть использовано для измельчения структуры определенных поверхностных зон на изделиях из металлов и сплавов, не имеющих фазовых превращений, в частности, из аустенитных сталей. На возможность применения подобной обработки впервые указывалось в работе [3].

В настоящей работе на высокомарганцовистой аустенитной стали Г13Л в приложении к сердечникам железнодорожных крестовин, изготовляемым из этой стали, изучено изменение ее структуры после упрочнения взрывной волной и последующей рекристаллизационной термической обработки.

Крестовины с мелкозернистой структурой металла сердечников со средним размером зерна в поперечнике 0,23 мм обладают повышенным сопротивлением выкрашиванию [4], получить же металлургическими приемами устойчивое мелкое зерно в отливке весьма затруднительно. Однако может быть сделано местное измельчение зерна в зоне высоких контактных нагрузок, т. е. в зоне перекатывания колес подвижного состава с усювиков на острую часть сердечника и обратно путем применения комплексной обработки, включающей сначала упрочнение указанной зоны взрывом и затем термическую обработку, которая обеспечивала бы рекристаллизацию упрочненного аустенита, в частности, повторную закалку изделия.

Эксперименты проведены на образцах размером 50×45×30 мм, вырезанных из упрочненных взрывной волной элементов сердечников. Упрочнение сердечников произведено пластифицированным взрывчатым веществом, обеспечившим твердость на поверхности в пределах 310—340 НВ и глубину упрочненной зоны около 35 мм. Термически образцы обрабатывались по режимам, близким к применяемым для закалки сердечников. Скорость нагрева 100 град/час, фиксированные температуры нагрева в интервале 1000—1150°С, через 50°, время выдержки образцов при заданной температуре 6 часов с последующим их охлаждением в воде.

На рис. 1, а приведена фотография исходной макроструктуры металла. Она не изменилась и после упрочнения взрывной волной, т. е. зерно осталось прежним, хотя внутри его появились полосы скольжения. На рис. 2 и 3 дана количественная оценка зерновой характеристики этих структур.

До рекристаллизационной обработки структура характеризовалась (по замерам 520 зерен) сильной разнотернистостью с преобладанием по занимаемой на шлифах площади крупных зерен. Средний размер зерен, занимающих наибольшую площадь шлифов (34%), составлял 1,75 мм, а средний размер наиболее крупных зерен — 4,25 мм.

После рекристаллизационной обработки зерно становится мелким. И хотя по глубине упрочненной зоны до 25—30 мм имеется некоторая тенденция к увеличению, размер его меняется незначительно. На глу-

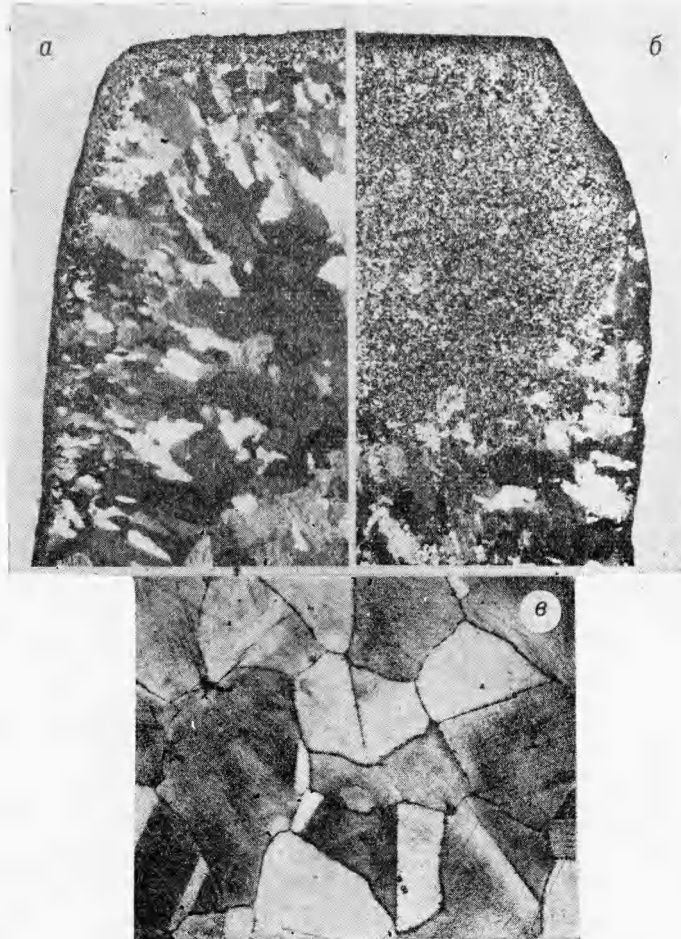


Рис. 1. Исходная макроструктура металла (а, $\times 1,5$), макроструктура (б, $\times 1,5$) и микроструктура (в, $\times 100$) после рекристаллизационной обработки.

бине 30—35 мм имеет место зона смешанного зерна — крупного и мелкого, а далее только крупного исходного зерна. Повышение температуры в интервале 1000—1150°С также незначительно меняет размер зерна не более чем в 2 раза. Распределение зерен по занимаемой на шлифах площади в 30 мм зоне после рекристаллизационной обработки в указанном интервале температур, оцененное по 660 зернам, приведено на рис. 2. Средний размер зерен, занимающих 42% площади шлифов, составляет 0,16 мм и значительно меньше по сравнению с размером зерна металла сердечников, обладающего повышенным сопротивлением выкрашиванию [4]. Если оценивать эффект измельчения зерна по средним размерам зерен с наибольшим удельным весом в занимаемой на шлифах площади до и после рекристаллизации, то в исследованном температурном интервале, наиболее пригодном для термической обработки стали Г13Л, уменьшение составляет 11 раз. Средние размеры самых крупных зерен до рекристаллизации в 28 раз больше размеров зерна после рекристаллизационной обработки.

Для оценки влияния исходной структуры на структуру после рекристаллизации были взяты образцы с различным типом макроструктур: крупнозернистые, мелкозернистые, среднезернистые, крупнозернистые с

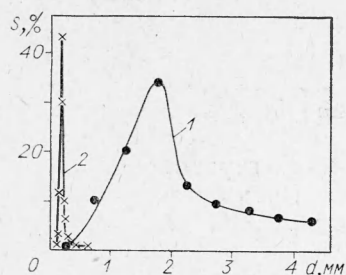


Рис. 2. Кривые распределения зерен различного размера (d) по занимаемой на шлифе площади (S) до (1) и после (2) рекристаллизационной обработки.

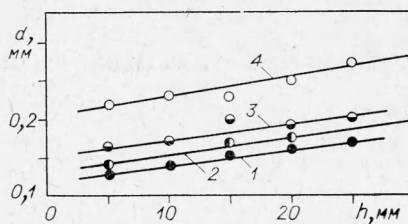


Рис. 3. Изменение размера зерна (d) по глубине (h) упрочненной зоны после рекристаллизационной обработки при температурах
1 — 1000, 2 — 1050, 3 — 1100, 4 — 1150.

поверхности и мелкозернистые внутри, мелкозернистые с поверхности и крупнозернистые внутри, крупнозернистые с поверхности и внутри с прослойкой мелкозернистой структуры, мелкозернистые с отдельными участками очень крупного зерна, крупнозернистые с сочетанием столбчатых и равноосных зерен. Рекристаллизационная обработка производилась по тому же режиму и при тех же температурах. После рекристаллизации на всех образцах получена однотипная макроструктура, подобная приведенной на рис. 1, б, и однородное по размерам мелкое зерно аустенита, т. е. исходная структура не оказала заметного влияния на структуру после рекристаллизации.

Механические свойства рекристаллизованной стали приведены в таблице. Для сравнения к первой плавке взяты свойства металла из того же усовика, но из неупрочненного места, к остальным плавкам — механические свойства металла из специально отливаемых для этой цели проб. Как свидетельствуют приведенные данные, рекристаллизационная обработка повышает временное сопротивление и особенно суще-

Условный номер плавки	Режим термической обработки	Механические свойства				
		$\sigma_{в'}$, кг/мм ²	$\sigma_{0,2'}$, кг/мм ²	δ , %	ψ , %	$a_{н'}$, кгМ/см ²
1	Без обработки	70,4	40,0	32,9	33,4	23,4
	Температура 1050° С, выдержка 1 ч	100,9	41,8	51,6	42,2	24,9
2	Без обработки	78,0	45,5	30,6	35,4	21,7
	Температура 1050° С, выдержка 1 ч	105,0	47,4	52,2	43,3	23,5
3	Без обработки	94,0	44,0	40,1	34,2	28,9
	Температура 1100° С, выдержка 6 ч	101,1	44,6	70,4	50,6	29,2
4	Без обработки	75,0	47,0	23,1	17,3	30,0
	Температура 1100° С, выдержка 6 ч	88,3	47,2	41,5	39,1	30,8

ственно характеристики пластичности стали, а на величину ее условного предела текучести и ударную вязкость оказывает слабое влияние.

Для сердечников железнодорожных крестовин с целью повышения их стойкости в эксплуатации рекомендовано [2] применение их упрочнения взрывом. Нет сомнения, что введение промежуточной рекристаллизационной обработки позволит получить мелкозернистый металл с повышенной пластичностью в упрочняемой зоне, что окажет положительное влияние на эксплуатационную стойкость крестовин.

Поступила в редакцию
21/VI 1974

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. С. Райнхарт, Д. Пирсон. Взрывная обработка металла. М., «Мир», 1966.
2. А. А. Дерибас. Физика упрочнения и сварки взрывом. Новосибирск, «Наука», 1972.
3. Г. Е. Дитер. Эффект упрочнения, вызванный ударными волнами. В сб. «Механизмы упрочнения твердых тел». Пер. с англ. Под ред. М. Л. Бернштейна. М., «Металлургия», 1965.
4. М. С. Михалев, Н. Н. Путря, Р. З. Кац. Причины образования и пути ликвидации дефектов контактной усталости литой части крестовин. Тр. ЦНИИ МПС, вып. 431. М., «Транспорт», 1971.

УДК 541.427.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕТОНАЦИИ ЗАРЯДОВ ТГ 50/50 ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В. Ф. Нестеренко

(Новосибирск)

В последнее время возрос интерес к изучению процессов, протекающих в условиях ударного нагружения при низких начальных температурах. Как правило, взрывчатые вещества при этом также охлаждаются. Для определения давления в исследуемых веществах необходимо знать параметры детонации ВВ при низких температурах. Влияние охлаждения заряда на величину критического диаметра тротила изучалось в работе [1], а на зону химической реакции в [2].

В настоящей работе исследовались параметры детонации заряда ТГ 50/50 при $T=300, 77$ и $20,4$ К. В опытах использовались литые заряды диаметром 40 и высотой 15 мм с $\rho=1,68$ г/см³. Иницирование осуществлялось генератором плоской волны ТГ 50/50 — тротил весом 30 г. Для измерения скорости детонации, массовой скорости и времени реакции использовалась электромагнитная методика [3]. Датчик изготовлялся из фольги толщиной 70 мк. Заряд ВВ с размещенной в нем фольгой, запускающим устройством и термопарой помещался в пенопластовый сосуд. В экспериментах при 20 К сборка охлаждалась вначале жидким азотом, а затем жидким водородом. Взрывчатое вещество инициировалось при достижении необходимой температуры, при этом оно находилось в жидком азоте или водороде. Результаты опытов для различных температур приведены в таблице.

При низких температурах на осциллограммах имелось два излома массовой скорости. Длительность химического τ пика отсчитывалась по второму излому. Ошибка измерения скорости детонации 2%, массовой