



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1636462** **A 1**

(51) **С 21 D 9/50**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4488692/02

(22) 09.08.88

(46) 23.03.91. Бюл. № 11

(71) Институт электросварки
им. Е.О.Патона

(72) Ю.Д.Яворский, К.А.Ющенко, А.А.Кочетов, С.П.Быстрановский, Ю.Г.Высоцкий, А.А.Наконечный и М.В.Мешков

(53) 621.79 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 901304, кл. С 21 D 8/10, 1977.

(54) СПОСОБ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

(57) Изобретение относится к термомеханической обработке сварных соедине-

2

ний и может найти применение при производстве листового проката из нержавеющей сталей мартенситного класса, претерпевающих закалку в процессе сварки. Цель изобретения - сокращение длительности процесса и повышения пластичности. Способ включает локальный нагрев до $720 - 750^{\circ}\text{C}$, обжатие шва пуансонами с радиусами $R = (8 - 10)\delta$, где δ - толщина металла, на величину $(0,17 - 0,2)\delta$ со скоростью не менее 22 мм/с , отпуск при температуре $T_{\text{отп}} = T_{\text{мн}}(1 + C/2)$ с выдержкой в течение времени $t_{\text{отп}} = (70 - 90)\delta$ и скоростью охлаждения $5 - 7^{\circ}\text{C/с}$. 2 ил.

Изобретение относится к области термомеханической обработки сварных соединений и может найти применение при производстве листового проката из нержавеющей хромистых сталей мартенситного класса, претерпевающих закалку в процессе сварки.

Целью изобретения является сокращение длительности процесса и повышения пластичности сварных соединений.

На фиг.1 приведены кривые зависимости C от T ; на фиг.2 - схема осуществления способа.

Способ термомеханической обработки включает операции локального нагрева, импульсного обжатия и последующего отпуска металла шва и околошовной зоны, в процессе деформирова-

ния обрабатываемой зоне придают кривизну углубления с радиусом $R = (8 - 10)\delta$, где δ - толщина свариваемого металла, причем обжатие выполняют на величину $(0,17 - 0,2)\delta$ по оси углубления со скоростью деформации не менее 22 мм/с , устанавливая перед обжатием температуру нагрева в интервале $720 - 750^{\circ}\text{C}$, а температуру последующего отпуска продеформированной по указанному режиму зоны выдерживают в соответствии с зависимостью

$T_{\text{отп}} = T_{\text{мн}}(1 + \frac{C}{2})$ при выдержке времени $t_{\text{отп}} = (70 - 90)\delta$ и скорости охлаждения $5 - 7^{\circ}\text{C/с}$, где $T_{\text{мн}}$ - температура начала мартенситного превра-

№ **SU** (11) **1636462** **A 1**

щения, C — содержание углерода в данной стали.

Снижение температуры деформирования ниже $600 - 650^\circ\text{C}$ не может служить условием получения пластичных структур при обжатии металла. При увеличении температуры нагрева до $780 - 800^\circ\text{C}$ в сталях, содержащих $0,2 - 0,8\%$ C , закалочные структуры в шве и з.т.в. полностью не устраняются, что требует последующего увеличения времени выдержки при отпуске. При температуре нагрева $600 - 700^\circ\text{C}$ сохраняются большие внутренние напряжения в металле соединения, что часто вызывает зарождение микротрещин и в некоторых случаях появление в краевых участках соединения надрывов.

С уменьшением радиуса $R < (8 - 10)\delta$ появляется опасность не охватить процесс деформирования участки околошовной зоны, имеющие повышенную твердость. А увеличение радиуса $R > (8 - 10)\delta$ является нецелесообразным, так как с ростом площади обработки требуется значительно увеличивать мощности обжимного механизма и вовлекать в процесс обжатия не подверженные охрупчиванию участки металла, а также непроизводительно увеличивать мощности для нагрева металла, лежащего вне зоны охрупчивания.

Если величина деформации обжатия по оси углубления для мартенситных высокохромистых сталей ниже $0,17$ от исходной толщины свариваемого металла, то пластичность металла составляет не более $55 - 60\%$ от уровня основного металла при всех остальных одних и тех же параметрах процесса. Начиная примерно с области обжатия не менее $0,17\delta$, монотонный прирост пластичности с увеличением обжатия делает качественное изменение в повышении пластичности деформируемого металла. При обжатии в пределах $(0,17 - 0,20)\delta$ металл имеет пластичность и вязкость уже около 70% от свойств основного металла. Дальнейшее увеличение обжатия значительно не влияет на прирост пластичности — вновь наблюдается линейная зависимость между деформацией и приростом пластичности (начиная с обжатия 30% она остается практически неизменной и при дальнейшем приросте деформирования происходит обратный эффект, вызванный наклепом). При этом следует отметить, что достижение боль-

ших степеней обжатия вызывает определенные технические трудности.

Для определения границ скорости деформирования в процессе ТМО диапазон скоростей деформации изменяли от 15 до 250 мм/с. Результаты опытов показывают, что увеличение этого параметра выше установленной границы заметного прироста пластичности не обеспечивает. График по определению температуры отпуска (фиг. 1) в упрощенной форме показывает оптимальные значения $T_{отп}$, определяемой более точно по зависимости:

$$T_{отп} = T_{мн} \left(1 + \frac{C}{2} \right).$$

Существует область допустимых отклонений от этой температуры $\pm 20^\circ\text{C}$.

Величина выдержки определяется исходной толщиной изделия и удовлетворяет зависимости

$$t_{отп} = (60 - 90)^\circ,$$

где δ — толщина свариваемого металла, мм.

Увеличение выдержки является нецелесообразным, так как снятие остаточных напряжений (измерения — рентгенографированием) успевает произойти за указанный промежуток времени. При уменьшении времени выдержки остаточные напряжения не успевают релаксировать. Если задержать на некоторое время охлаждение при температуре, лежащей ниже $T_{мн}$ то аустенит, сохранившийся непревращенным при охлаждении до этой температуры, делается более устойчивым. А остаточный аустенит, как более мягкая составляющая, понижает твердость, предел выносливости и предел упругости стали. Подобная стабилизация аустенита весьма благоприятно сказывается на структуре металла. На количество остаточного аустенита оказывает большое влияние скорость охлаждения ниже $T_{мн}$, при более медленном охлаждении возрастает количество остаточного аустенита.

Опытным путем установлена скорость охлаждения обрабатываемого металла после отпуска, удовлетворяющая количеству остаточного аустенита в структуре в диапазоне $4 - 6\%$. Такой скоростью является интервал охлаждения $5 - 7^\circ\text{C}$ за 1 с. При более высокой скорости охлаждения создаются новые тепловые напряжения, которые иденти-

фиксируются на рентгенограммах как остаточные. С уменьшением скорости охлаждения менее $5^{\circ}\text{C}/\text{с}$ возрастает количество остаточного аустенита (более 8%), что при неблагоприятных условиях режима термической обработки обуславливает снижение пластичности.

На схеме (фиг. 2) показаны пуансоны 1, сварное соединение 2 и шов 3.

Пример. В качестве свариваемого металла используют характерную из закаливаемых нержавеющих сталей с содержанием углерода 0,6 - 0,7% ст. 65X13 толщиной 4 мм, применяемую для режущего инструмента.

Исходя из толщины металла выбирают радиус пуансона для обработки поверхности. Используя зависимость $R = (8 - 10)\delta$, принимают радиус равным 36 мм.

Процесс термомеханической обработки начинают с нагрева зоны сварного соединения (например, индукционным способом) до 750°C . Затем нагретый металл подвергают ударному обжатию пуансонами, имеющими радиус поверхности 36 мм, со скоростью деформации 22 мм/с, и остаточной величиной обжатия на участке шва и околошовной зоны соответствующей 0,20 или 0,8 мм.

После проведения операции высокотемпературного обжатия требуется проведение низкотемпературного отпуска деформированного металла. Для этого выбирается оптимальная температура отпуска в соответствии с зависимостью

$$T_{\text{отп}} = T_{\text{мн}}(1 + C/2).$$

Подставляя значения $T_{\text{мн}}$ (табличные данные) и содержания углерода в стали C (%), находят оптимальное значение температуры отпуска $T_{\text{отп}} = 345^{\circ}\text{C}$ ($\sim 350^{\circ}\text{C}$).

Для упрощения поиска температуры отпуска приведены обобщенные результаты по выбору мартенситных точек и соответствующих им оптимальных температур отпуска в зависимости от содержания углерода в стали.

Температурная выдержка времени при отпуске соответствует эмпирической зависимости

$$t_{\text{отп}} = (70 - 90)\delta$$

и выбирается равной 300 с. Скорость охлаждения после отпуска тоже регламентируется и соответствует $\sim 5^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

Формула изобретения

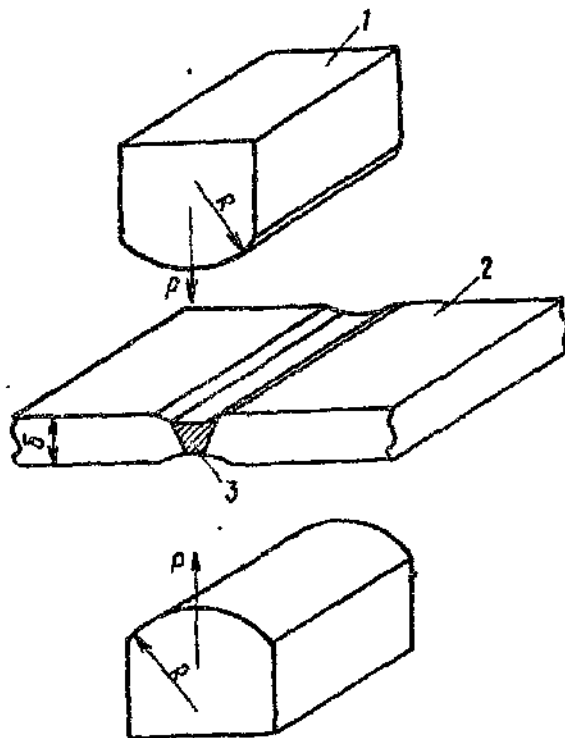
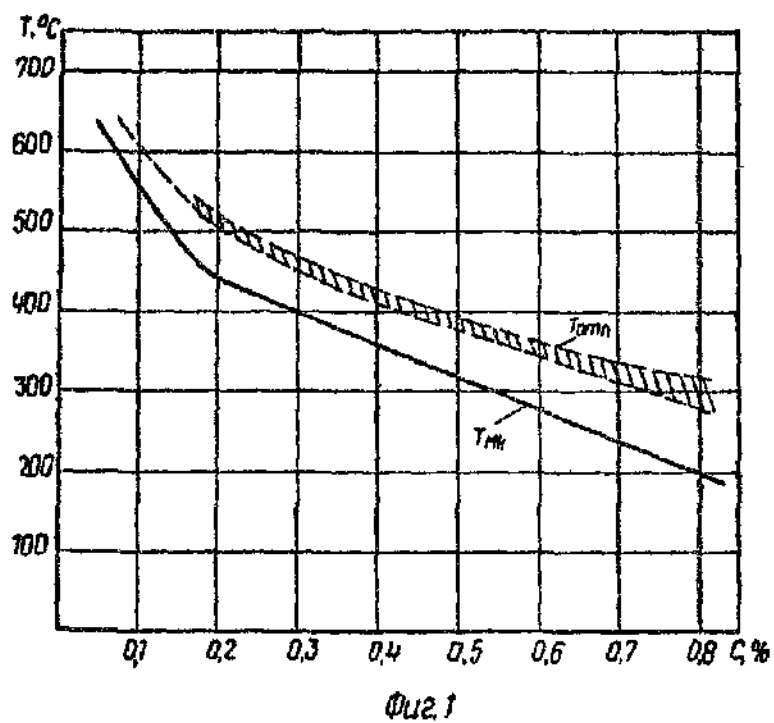
Способ термомеханической обработки сварных соединений, преимущественно из высокохромистых нержавеющих сталей мартенситного класса с содержанием углерода 0,2-0,8%, включающий локальный нагрев до заданной температуры, пластическую деформацию швов и отпуск, отличающийся тем, что, с целью сокращения длительности процесса и повышения пластичности, нагрев ведут до $720 - 750^{\circ}\text{C}$, деформацию осуществляют путем обжатия пуансонами с радиусами $R = (8 - 10)\delta$, где δ - толщина свариваемого металла, мм, на величину $(0,17 - 0,20)\delta$ со скоростью не менее 22 мм/с, а отпуск проводят при температуре $T_{\text{отп}}$, определяемой по зависимости

$$T_{\text{отп}} = T_{\text{мн}}(1 + \frac{C}{2}),$$

где $T_{\text{мн}}$ - температура начала мартенситного превращения;

C - содержание углерода в стали,

с выдержкой в течение времени $t_{\text{отп}} = (70 - 90)\delta$ и скоростью охлаждения $5 - 7^{\circ}\text{C}/\text{с}$.



Фиг 2

Составитель Т.Бердышевская
 Редактор Н.Бобкова Техред Л.Олийных Корректор Н.Ревская

Заказ 797 Тираж 399 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101