

М. К. СКАКОВ, Б. К. АХМЕТЖАНОВ, Б. Т. ТУЯКБАЕВ

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ДИСПЕРСИОННО ТВЕРДЕЮЩЕГО СПЛАВА 36НХТЮ

Как известно [1], к сварным соединениям пружинных дисперсионно-твердеющих сплавов предъявляются повышенные требования по прочностным и технологическим свойствам: высокое сопротивление малым пластическим деформациям, малый уровень упругих несовершенств, отсутствие сварочных дефектов, высокая коррозионная стойкость и высокая усталостная прочность. Вместе с тем, несмотря на значительное число исследований, до сих пор не ясны особенности влияния структурной неоднородности сварных соединений на их физико-механические свойства [2, 3].

В связи с вышесказанным целью настоящей работы является исследовать влияние контактной (КС) сварки на упругие, прочностные и пластические свойства сплавов с прерывистым типом распада.

В качестве материала исследования был выбран дисперсионно-твердеющий сплав 36НХТЮ стандартного состава.

Образцы сплава, предварительно закаленные в воде при 1050°C с выдержкой 7 мин, подвергали КС. Режимы сварки и тип установки показаны в табл. 1. Часть образцов после сварки подвергали старению при 700°C с выдержкой 4 часа. Исследование механических свойств проводили согласно ГОСТ 11701-66. Механические свойства включают в себя одноосное статическое растяжение с измерением предела текучести $\sigma_{0,2}$, условного предела прочности σ_b , относительного удлинения до разрыва δ и измерение микротвердости H_{μ} . Механические испытания образцов на растяжение при комнатной температуре прово-

Таблица 1. Режимы контактной сварки образцов из дисперсионно твердеющего сплава 36НХТЮ*

Вид сварки	Тип установки	Режимы	I, А	P, Н	V·10 ⁻³ , м/с
КС	МП-3	1	2650	370	6,67
		2	5200	500	25
		3	4600	750	6,67

* I – сила тока; V – скорость перемещения источника; P – усилие сжатия электродов.

дили на разрывной машине типа «ИМАШ-20-75», в соответствии с требованиями ГОСТа 1497-87. Микротвердость по Виккерсу определяли на приборе ПМТ-3 при нагрузке 0,98 Н и времени выдержки 10 с. Для обработки результатов измерений применяли стандартные компьютерные программы статистики и корреляционного анализа.

В табл. 2 приведены значения распределения микротвердости по зонам сварного соединения. Видно, что при данном способе сварки закаленных образцов сплава микротвердость зоны шва выше, чем на остальных участках сварного соединения. Прирост микротвердости $\Delta H_{\mu 2}$ в этом случае составляет 1020 МПа. Резкое увеличение микротвердости после контактной сварки связано, во-первых, со спецификой структуры в литой зоне, во-вторых, с влиянием на нее термомеханического возбуждения. Последующее старение меняет характер распределения микротвердости (см. табл. 2).

Таблица 2. Изменение микротвердости в зоне сварного соединения сплава 36НХТЮ*

№ термообработки, вид сварки	Микротвердость H_{μ} , МПа				
	Шов	ЗТВ	Основной металл	$\Delta H_{\mu 1}$	$\Delta H_{\mu 2}$
1 Закалка 1050°C + КС	2820	1800	1800	1020	1020
2 Закалка 1050°C + КС + старение при 700°C	3570	3400	3400	170	170

* $\Delta H_{\mu 1}$ – разность между микротвердостью шва и ЗТВ, $\Delta H_{\mu 2}$ – разность между микротвердостью шва и основного металла.

В табл. 3 показано влияние контактной сварки на предел прочности, пластичности, относительное удлинение, ширину шва и зоны термического влияния (ЗТВ) сплава.

В отличие от других видов сварки контактная сварка, как известно, характеризуется малым временем сварки при достаточно высоких сварочных токах и усилиях, обеспечивающих локальное плавление металла.

Таблица 3. Влияние контактной сварки на предел прочности, пластичности, относительное удлинение, ширину шва и ЗТВ и место разрыва сплава 36НХТЮ

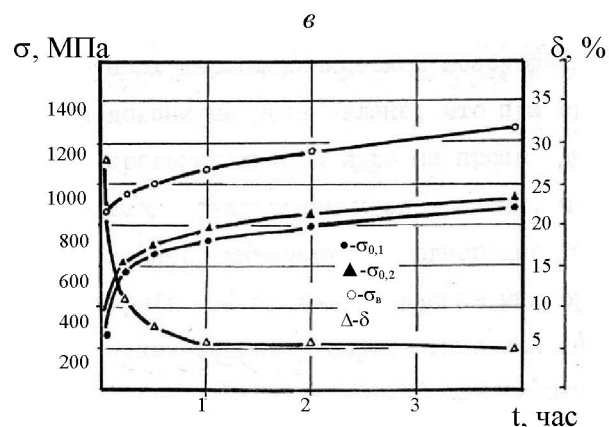
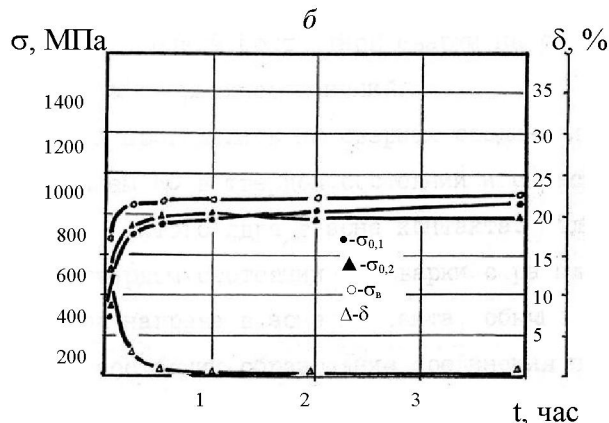
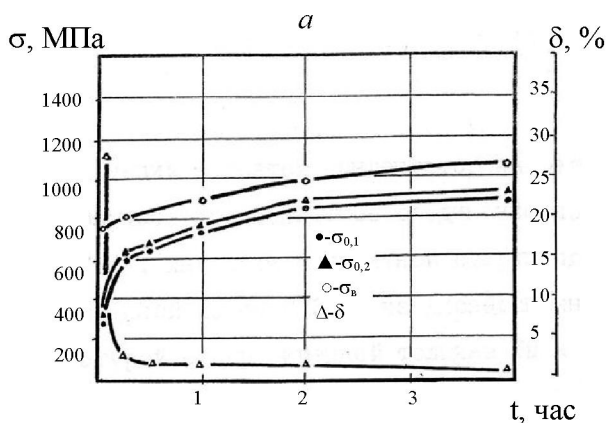
№	Режим термообработки, вид сварки	Ширина шва, мм	Ширина ЗТВ, мм	Механические свойства			
				$\sigma_{0,1}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	Место разрыва
1	Закалка 1050°C + КС	0,85–0,95	–	290	775	4	По шву
2	Закалка 1050°C + КС + старение	0,85–0,95	–	875	875	0,1	По шву

Как отмечается в работах [4, 5], образование соединения при контактной сварке происходит в несколько этапов. Первый этап начинается с пластической деформации микронеровностей. При включении сварочного тока происходит нагрев металла в зоне контакта, выравнивание микронеровностей, разрушение поверхностных пленок с формированием электрического контакта. На втором этапе происходит расплавление металла, образование ядра и его рост. Одновременно протекают процессы перемешивания расплавленного металла, удаления поверхностных пленок и нормирования металлических связей в жидкой или твердой фазах. При этом продолжают процессы пластической деформации в зоне контакта и теплового расширения металла. На третьем этапе при выключении сварочного тока проис-

ходит охлаждение и кристаллизация металла, с образованием литого ядра – основного макро-структурного элемента сварного шва.

Таким образом, для получения качественного соединения необходимо производить правильный выбор степени пластической деформации с учетом совместного влияния теплового режима. На макроуровне роль пластической деформации при контактной сварке заключается в формировании электрического контакта, в образовании пластического пояса для удержания расплавленного металла от выплеска, в уплотнении металла на стадии охлаждения.

На рисунке приведены графики зависимости механические свойства сварных соединений, полученных для трех указанных в табл. 1 режимов контактной сварки.



Зависимость предела текучести, прочности и относительного удлинения сварных соединений, полученных контактной сваркой от времени старения: а – 1 режим, б – 2 режим, в – 3 режим

Таблица 4. Механические свойства сварных соединений из сплава 36НХТЮ, полученных контактной сваркой

№	Режим термообработки, вид сварки	Механические свойства			
		$\sigma_{0,1}$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %
1	Закалка 1050°C, 7мин	271	284	652	27
2	Закалка 1050°C, 7мин + старение 700°C, 4 ч	812	840	1110	12
3	Закалка 1050°C, 7мин + сварка с расплавлением	274	276	276	0,2
4	Закалка 1050°C, 7мин + сварка с расплавлением + старение 700°C, 4 ч	781	849	863	0,5
5	Закалка 1050°C, 7мин + сварка в твердом состоянии	317	335	738	23,3
6	Закалка 1050°C, 7мин + сварка в твердом состоянии + старение 700°C, 4 ч			579	0,03

Из представленных данных видно, что наиболее высокий уровень механических свойств достигается при использовании режима 3. При сварке в режиме 2 пределы текучести, прочности и пластичность достигают предельных значений за 1 ч при температуре старения 700°C. По-видимому, это связано с тем, что при данном режиме механические свойства сварного соединения определяются свойствами только сварного шва. Результаты механических свойств сварных соединений, полученных с использованием режимов 1 и 3, свидетельствуют о том, что оптимальным временем старения при 700°C будет выдержка от 2 до 4 ч.

Уровень механических свойств при сварке в твердом состоянии ниже, чем с расплавлением (см. табл. 4). Исследованиями установлено, что при сварке в твердом состоянии не происходит разрушения поверхностных пленок, препятствующих образованию прочного соединения.

Таким образом, на основе комплексного изучения механических свойств сварных соединений дисперсионно-твердеющих сплавов можно сделать следующие выводы:

1. Сварные соединения, полученные контактной сваркой с расплавлением и в твердом состоянии, имеют низкую пластичность, что связано с наклепом материала в зоне контакта при сварке, а также его перестариванием при окончательной термообработке (старении). Механические свойства сварного соединения определяются в основном свойствами шва.

2. Механические свойства при контактной сварке с расплавлением выше, чем при сварке в твердом состоянии. Это связано с тем, что при сварке в твердом состоянии отсутствует плавная переходная зона, не образуется общее литое ядро и ярко выражена химическая неоднородность.

3. Для выравнивания механических свойств сварного шва, ЗТВ и основного металла необ-

ходимо проведение термических и механико-термических обработок, режимы которых определяются типом сплава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прецизионные сплавы / Под ред. д. т. н. Б. В. Молотова. М.: Металлургия, 1983. С. 258-284.
2. Елагин В.П., Снисарь В.В., Савицкий М.М., Гордань Г.Н., Васильев В.Г., Дорошенко Л.К. Химическая и структурная неоднородности в зоне сплавления низкоуглеродистой стали с аустенитным швом при сварке в защитных газах // Автоматическая сварка. 2001. № 4. С. 8-13.
3. Ахметжанов Б., Строкатов Р.Д., Суховаров В.Ф., Мартыненко В.Т. Структурная неоднородность сварных соединений сплава 36НХТЮ // Сварочные работы в энергетическом строительстве. М.: ЦНТИ, 1985. Вып. 9. С. 5-11.
4. Кочергин К.А. Контактная сварка. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1987. 240 с.
5. Технология и оборудование контактной сварки / Под ред. Б. Д. Орлова. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.

Резюме

36НХТЮ дисперсиялық-қатайғыш қорытпасының механикалық қасиеттеріне түйістіре пісірудің әсері көрсетілген. Түйістіріле пісіру әдісімен еріген және қатты күйінде алынған пісіру қосындыларының пластикалық қасиеттері төмен, ол пісірген кезде түйіскен жерінің тойтарысына және ақырғы термиялық өңдеуден кейінгі босауына байланысты. Пісірілген қосындыларының механикалық қасиеттері тігістің қасиеттерімен анықталады. Ерітіп түйістіре пісіру кезінде механикалық қасиеттері қатты күйінде пісіру кезіне қарағанда жоғары екендігі көрсетілген.

Summary

The article shows influence of the contact welding to mechanical properties dispersion-hardening alloy 36NHTU. It is installed that welded joint, got by contact welding with melting and in solid states have low plastic that is connected with on rivet of the material in zone of the contact at welding, as well as its fast aging under final term processing. The Mechanical properties of the welded joint are defined basically properties of the seam. It is shown that mechanical properties under contact welding with melting above, than at welding in solid states.

УДК 539.097.541.6

Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,
г. Усть-Каменогорск

Поступила 2.07.06г.