

УДК 624.072.002.2

Структурные изменения металла при наплавке сварных швов с различной технологией

Иванова И.А., аспирант

ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В.Н. Шимановского», Украина

Анотація. Розглянуті структурні зміни в металі та зміни його механічних характеристик, які викликані наплавленням холостих валиків за різними технологіями. Вибрана технологія, за якою буде виконане регулювання залишкового напруженого стану в подальших дослідженнях стиснених елементів із швелерів.

Аннотация. Рассмотрены структурные изменения в металле и изменения его механических характеристик, которые вызваны наплавкой холостых валиков по разным технологиям. Выбрана технология, по которой будет выполнено регулирование остаточного напряженного состояния в последующих исследованиях сжатых элементов из швеллеров.

Abstract. Structural changes in a metal and changes of his mechanical descriptions which are caused welding of single rollers on different technologies are in-process considered. Technology on which adjusting of the remaining tense consisting will be executed of subsequent researches of the compressed elements made of channels is chosen.

Ключевые слова: сварной шов, микроструктура металла, электрод, технология наплавки шва, механические свойства металла.

Введение. Постановка проблемы. Сварные швы, которыми соединяют металлические конструкции, вносят значительные изменения в структуру металла в околошовной зоне. В зависимости от вида сварки, электрода и среды, в которой производилась наплавка шва, происходят изменения в структуре металла. Большие изменения структуры металла в околошовной зоне приводят к образованию «горячих» трещин и участков, склонных к высокому уровню хрупкого разрушения в основном металле.

Особое место занимает наплавка холостых сварных швов (валиков), которая выполняется для регулирования исходного остаточного напряженного состояния (ОНС) с целью увеличения несущей способности сжатых элементов. Экспериментально было доказано, что наплавка холостых валиков сильно изменяет уровень ОНС по сравнению с исходным: в местах наплавки шва возникают большие остаточные растягивающие напряжения (ОРН), которые в корне меняют общую картину ОНС. Поэтому актуальным становится вопрос о том, какой вид сварки надо применять для наплавки холостых валиков, чтобы в структуре металла околошовной зоны возникало минимум изменений.

Анализ последних достижений и публикаций. Исследованиям механических свойств и структурных изменений в сварных конструкциях посвящены работы В.С. Игнатъевой, В.А. Винокурова, Б.С. Касаткина, В.И. Махненко, Л.М. Лобанова, Г.А. Николаева, А.Я. Недосеки, В.М. Сагелевича, А.И. Голоднова и др. [1 – 9]. В этих исследованиях рассмотрены различные аспекты проблем сварки и высокотемпературного нагрева при изготовлении и последующем регулировании ОНС. В результате этих исследований выявлены принципы регулирования ОНС, в т.ч. и путем создания зон остаточных растягивающих напряжений (ОРН), которые способствуют повышению несущей способности сжатых элементов [9].

Цель работы. Исследования изменений микроструктуры металла в околошовной зоне при наплавке валиков по различным технологиям для последующего принятия технологии наплавки с наименьшими влияниями на исходную структуру основного металла.

Основная часть. Для исследований микроструктуры металла околошовного участка были изготовлены три группы образцов. Каждая группа образцов отличалась друг от друга тем, что наплавка швов проводилась по различной технологии. Наплавка швов производилась на внешней стороне стенки швеллеров № 14 согласно ГОСТ 8240-89. Образцы получали путем разрезки стенки швеллеров с наплавленными холостыми швами на небольшие фрагменты.

Первая группа образцов. Наплавка швов проводилась при нормальных условиях постоянным током 180А электродом МР (рис. 1).

Вторая группа образцов. Наплавка швов проводилась при нормальных условиях переменным током 120А электродом АНО-21 (рис. 1).

Третья группа образцов. Наплавка швов производилась полуавтоматом в среде углекислого газа сварочной проволокой С08 постоянным током 80А (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид образцов для исследования микроструктуры металла

Как известно, микроструктура металла сварного шва и околошовной зоны делится на три зоны: зона металла сварного шва, зона термического влияния (в свою очередь эта зона подразделяется на подзоны перегрева основного металла и нормализации основного металла) и зона основного металла. Структура зоны сварного шва дендритная с четко выраженной направленностью и полным отсутствием равноосных зерен феррита и перлита, что свидетельствует о низкой прочности металла в этой зоне. В структуре зоны термического влияния, которая условно разделена еще на две подзоны (как указано выше), видно наличие видмандштетта (в зоне перегрева основного металла), что свидетельствует о большой склонности металла к хрупкому разрушению. В этой подзоне просматриваются мелкие равноосные зерна феррита и перлита (в зоне нормализации основного металла). Структура зоны основного металла состоит из равноосных зерен феррита и перлита.

Характерные фрагменты различных зон металла сварного шва и околошовного участка представлены на рис. 2.

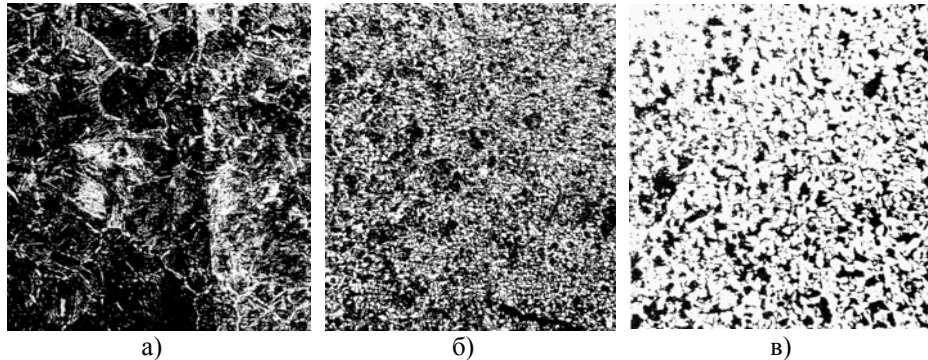


Рис. 2. Микроструктуры характерных зон металла сварного шва и околошовного участка металла (изображение увеличено в 100 раз):
а – структура в зоне перегрева основного металла;
б – структура в зоне нормализации основного металла;
в – структура в зоне основного металла

Различие микроструктур металла зависит от технологии нанесения сварного шва и заключается в различной величине зон термического влияния, а также наличием (либо отсутствием) тех или иных зерен (табл. 1). Фрагменты зон сварного шва при различной технологии нанесения представлены на рис. 3, а их характеристики – в табл. 2.

Таблиця 1

**Характеристики зони термічного впливання різних
сварочних швів**

Номер групи ісследуемых елементов	Протяженність зони термічного впливання (мм) / отношение протяженности зони термічного впливання к толщине образца, %	Протяженність зони перегреву (мм) / отношение протяженности зони перегреву к протяженности зони термічного впливання, %
1	3,75 / 59,52	0,98 / 26,1
2	2,7 / 42,36	0,50 / 18,5
3	2,1 / 33,3	0,39 / 18,6

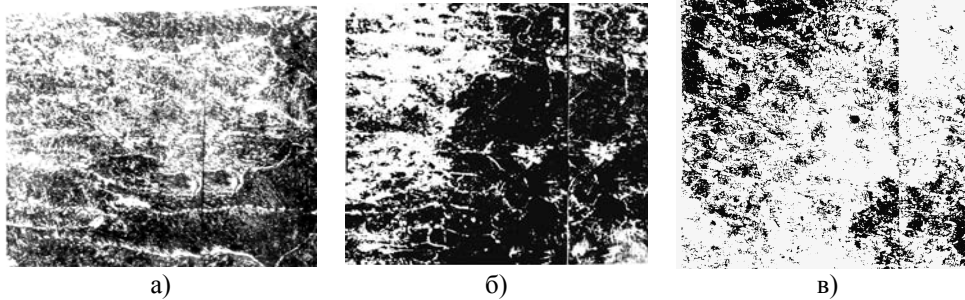


Рис. 3. Мікроструктури металу зони сварного шва при різній технології нанесення (ізображення збільшено в 100 раз):
а - група образцов №1;
б - група образцов №2;
в - група образцов №3

Таблиця 2

**Характеристики мікроструктур металу сварних швів,
наплавлених по різним технологіям**

Номер групи ісследуемых елементов	Величина дендридов	Направленність дендридов	Обезуглероживание
1	Максимальная	Четко выраженная	Среднее
2	Средняя	Хаотичная	Максимальное
3	Минимальная	Хаотичная	Минимальное

Были определены механические характеристики стали для оценки степени влияния разных технологий наплавки валиков. Действительные механические характеристики стали были определены в результате испытаний стандартных образцов на растяжение. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Таблиця 3

**Сравнительная таблица механических свойств стали
до и после нанесения холостых валиков**

Характеристики стали	Исходное состояние стали	Номер группы образцов		
		1	2	3
Предел текучести стали σ_T , МПа	290,5	287	279	331
Временное сопротивление разрыву стали σ_B , МПа	436	438	422	437
Относительное удлинение δ , %	32,5	34	34	31
σ_T / σ_B	0,666	0,661	0,757	0,655

Выводы

1. Разработана методика и проведены экспериментальные исследования механических свойств и микроструктуры металла околошовных участков при различных технологиях наплавки холостых валиков. Наплавка валиков производилась на внешней стороне стенки швеллеров № 14 согласно ГОСТ 8240-89. Образцы для исследований микроструктуры получали путем разрезки стенки швеллеров № 14 с наплавленными холостыми валиками на небольшие фрагменты.
2. По данным проведенных исследований установлено, что наименьшие изменения в структуру металла вносит наплавка холостых валиков в среде углекислого газа сварочной проволокой С08 постоянным током в 80А.
3. Для дальнейших исследований несущей способности сжатых элементов из швеллеров с регулированием ОНС рекомендована наплавка холостых валиков в среде углекислого газа сварочной проволокой С08 постоянным током в 80А.

Литература

- [1] Игнатъева В.С. Метод "фиктивных" температур как основа исследований в области напряженно-деформированного состояния сварных соединений // Метал. конструкции в стр-ве: Сб. тр. / МИСИ. – М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1979. – Вып. 152. – С. 71 – 88.
- [2] Махненко В.И. Развитие теории сварочных напряжений и деформаций // Тр. Всесоюз. симпозиума по остаточ. напряжениям и методам регулирования. – Щербинка: НИИМАШ, 1982. – С. 271 – 294.
- [3] Недосека А.Я. Основы расчета и диагностики сварных конструкций. Киев: ИНДПРОМ, 2001. – 815 с.
- [4] Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1982. – 272 с.

- [5] Окерблом Н.О. Расчет деформаций металлоконструкций при сварке. – М.: Л.: Машгиз, 1955. – 212 с.
- [6] Сагалевиц В.М. Методы устранения сварочных деформаций и напряжений. - М.: Машиностроение, 1974. – 248 с.
- [7] Экспериментальные исследования сварочных напряжений и деформаций / Б.С. Касаткин, Л.М. Лобанов, В.В. Волков, В.А. Пивторак. – Киев: Наук. думка, 1976. – 148 с.
- [8] Остаточные напряжения в деформируемых твердых телах / Г.Н. Чернышев, А.Л. Попов, В.М. Козинцев, И.И. Пономарев. – М.: Наука, 1996. – 240 с.
- [9] Голоднов А.И. Регулирование остаточных напряжений в сварных двутавровых колоннах и балках. – К.: Изд-во «Сталь». 2008. – 150 с.

Надійшла до редколегії 01.07.2009 р.