

НЕВРАТОВА ИРИНА ВАЛЕРЬЕВНА

«Исследование влияния режимов сварки и термической обработки на структурно - фазовые состояния стали 30ХГСА»

6N0604- Физика

Автореферат

магистерской диссертации на соискание
академической степени магистра естественных наук

Республика Казахстан
г. Усть-Каменогорск
2011г.

Работа выполнена в Восточно - Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева

Научный руководитель (консультант): доктор физико – математических наук,
профессор Скаков Мажын
Канапинович

Официальные оппоненты: к.т.н., доцент кафедры «Физика»
ВКГУ им. С. Аманжолова Жакупова
А.Е.

Ведущая организация: Восточно – Казахстанский
Государственный Технический
Университет им. Д. Серикбаева

Защита состоится 20 июня 2011 в 9⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета № 09-П от 14. 01. 11г. при Восточно – Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева, по адресу Серикбаева 19

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Восточно – Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева, по адресу Серикбаева 19, читальный зал

Автореферат разослан 25 мая 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Журерова Л.Г.

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы: Диссертационная работа посвящена исследованию влиянию различных видов и режимов сварки на особенности изменения структурно – фазового состояния и микротвердости зон сварного соединения стали 30ХГСА.

Актуальность работы: В настоящее время к сварным соединениям конструкционных сталей предъявляются повышенные требования по прочностным и технологическим свойствам: отсутствие сварочных дефектов, повышенная коррозионная стойкость, высокая усталостная стойкость, высокая усталостная стойкость, высокая износостойкость, а также при высокой твердости необходимый уровень вязкости разрушения.

Известно, что сталь 30ХГСА при сварке претерпевает закалку. Скорость охлаждения достаточно высока, поэтому приводит к образованию мартенситной микроструктуры. Следовательно, для сварных соединений стали 30ХГСА характерны повышенная твердость и пониженная пластичность.

Основной трудностью при сварке таких сталей является необходимость предотвращать образование холодных трещин в металле шва и зоны термического влияния (ЗТВ), а также закалочных структур, снижающих сопротивляемость сварных соединений хрупким разрушениям. При этом желательно, чтобы сварные соединения обладали требуемыми эксплуатационными и технологическими свойствами без дополнительной термообработки.

Ещё один фактор, усложняющий получение качественных равнопрочных сварных соединений, это подверженность сталей данного класса к охрупчиванию в результате насыщения металла шва водородом, что при высоких внутренних напряжениях или циклической внешней нагрузке может служить причиной зарождения трещин и привести к разрушению сварной конструкции. Насыщение металла шва водородом происходит в результате длительного пребывания сварочной ванны в жидкой фазе или в условиях недостаточной газовой защиты зоны сварки. С другой стороны, увеличенное время пребывания металла сварочной ванны в жидком состоянии способствует лучшему перемешиванию электродного металла с основным, что происходит к снижению уровня структурной и механической неоднородности в зоне сплавления. Сократить время пребывания металла в сварочной ванны в жидкой фазе и одновременно увеличить скорость его перемешивания можно при помощи импульсно – динамических воздействий, например, управления переносом электродного металла в сварочную ванну или управления газо-защитной средой и др. В настоящее время разработаны и применяются различные способы и методы сварки легированных сталей.

Цель настоящей работы: исследование и анализ влияния технологических факторов сварки на особенности изменения структурно – фазового состояния и микротвердости зон сварного соединения стали 30ХГСА.

Объект исследования: В качестве материала исследования был выбран сварной шов стали 30ХГСА, которая широко используется в машиностроении, благодаря тому, что позволяет получить путем обычной термической обработки высокие прочностные характеристики для изготовления различных улучшаемых деталей: валов, осей, зубчатых колес, фланцев, корпусов обшивки, лопаток компрессорных машин, работающие при температуре до 200°С, рычагов, толкателей, ответственных сварных конструкции, работающих при знакопеременных нагрузках, крепежных деталей, работающих при низких температурах. Состав стали: основа железо, Si – 1,1 %, P не более 0,025 %, С – 0,31%, S не более 0,025%, Cr – 1%, Mn – 1% в соответствии с ГОСТ 4543 -71. Для образования качественного сварного соединения была подобрана наплавочная проволока Св-08Г2С, которая наиболее подходит по химическому составу к данной стали. Состав проволоки: 0, 18 -0, 21% С, 0, 7-0, 95 % Si, 0,25%Ni, 0,03%S, 0,03%F, 0,052%Al.,

Предмет исследования: Изменения структурно – фазового состояния и микротвердости зон сварного соединения при различных видах и режимах сварки.

Задачи исследования: Для достижения цели данной работы были поставлены следующие задачи:

- 1) провести металлографические исследования сварных участков;
- 2) провести рентгеноструктурный анализ сварных соединений по зонам сварного шва;
- 3) определить изменение микротвердости по зонам сварного соединения;
- 4) Провести анализ экспериментальных данных, с целью разработки практических рекомендаций и внедрения полученных результатов в производство.

Степень обоснованности и достоверности результатов, полученных в работе достигнута:

1. Использованием хорошо апробированных методик механических испытаний, таких как рентгеноструктурный, и металлографический методы исследования, позволяющих проводить прямое изучение структуры и фазового состава сплавов, испытания на микротвердость.
2. Корректностью постановки задач и обоснованным выбором материала исследования.
3. Достаточным объемом экспериментальных данных и их непротиворечивостью фундаментальным положениям физики конденсированного состояния.

Методы исследования: В настоящей работе в качестве основных методов исследования были использованы:

1. Металлографический анализ с применением микроскопов «НЕОРНОТ–21 » и « МИМ–7 ».
2. Метод рентгеноструктурного анализа на дифрактометре ДРОН-3 с гониометрической приставкой ГП-13.

3. Испытания на микротвердость на приборе ПМТ – 3.

Новизна исследования: Из рассмотренных в настоящей работе способов сварки 30ХГСА выбран научно обоснованный энерго – и ресурсосберегающий вид сварки, позволяющий снизить неоднородность механических свойств сварных соединений, который приводит к образованию стабильных феррито-перлитных структур с меньшим размером зерен в металле шва, формирует меньшие напряжения и искажения в кристаллической решетке металла шва и обеспечивает более высокие механические свойства без подогрева и последующей термообработки.

Положения выносимые на защиту:

1. Результаты исследование микроструктуры зон сварного соединения стали 30ХГСА в зависимости от видов и режимов сварки
2. Фазовый состав зон сварного соединения стали 30ХГСА в зависимости от видов и режимов сварки
3. Особенности изменения микротвердости по зонам сварного соединения стали 30ХГСА в зависимости от видов и режимов сварки

Практическая значимость:

Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы:

1. Применение методов сварки, обеспечивающих высокие механические свойства металла шва
2. Применение термической обработки, обеспечивающей заданные механические свойства сварных соединений и снимающей остаточные напряжения от сварки.

Личный вклад автора: В процессе выполнения магистерской диссертации автор принимал непосредственное участие во всех экспериментах, в постановки цели и задачи исследования, в обработке полученных результатов и формулировке выводов.

Апробация результатов работы. Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на VI Международной научной конференции молодых ученых «Наука и образование 2009», 29-30 апреля 2009г., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана; на V – Ежегодной студенческой научно-практической конференции ВКГУ им. С. Аманжолова, Усть-Каменогорск, 2007г., на X Республиканской научно – технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 22-23 апреля 2010г., на Всероссийской научно – практической конференции с международным участием, РИЦ БашГУ, Уфа, Февраль 2010г.

Основные публикации по теме диссертации: По теме диссертации опубликовано 7 работ, которые были изданы в сборниках материалов научно – практических конференций.

Структура и объем диссертации: работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых источников из 57 наименований. Количество машинописных страниц текста магистерской диссертации - 63, 34 рисунка, 3 таблицы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении обоснована актуальность темы магистерской диссертации, описаны цель, задачи исследования, методы исследования, отмечены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, аргументирована общая характеристика работы, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан краткий литературный обзор современного состояния проблемы качества сварных соединений конструкционных сталей, особенности сварки углеродистых, низко – и среднелегированных сталей, дефекты сварных соединений и причины их возникновения, фазовые и структурные превращения при сварке сталей, влияние структурно-фазовых превращений, происходящих при сварке на механические свойства сварных соединений сталей, формирование и эволюция градиентных структурно-фазовых состояний в сварных швах.

Во второй главе обоснован выбор материала исследования. В качестве материала исследования использовались сварные швы стали 30ХГСА сваренного различными способами сварки.

Выбраны и описаны методики механических испытаний образцов, методики структурных исследований, методика количественной обработки результатов исследования.

Образцы сварных соединений стали поставляются в НИЛ прикладной физики Восточно – Казахстанского Государственного Университета им. С. Аманжолова из Юргинского технологического института (филиала) Томского Политехнического университета в соответствии с Договором о научно – техническом сотрудничестве между ВКГУ им. С. Аманжолова и ЮТИ ТПУ.

Структурные исследования проведены методами оптической металлографии, и рентгеноструктурного анализа. Металлографические исследования выполнены на оптических микроскопах «НЕОРНОТ - 21» и «МИМ – 7». Съёмка с НЕОРНОТ-21 проводилась иммерсионным методом с применением кедрового масла.

Размер зерен микроструктуры сплавов определяли по фотоснимкам методом секущих.

Для рентгенофазового анализа применяли дифрактометр ДРОН-3, с гониометрической приставкой ГП-13.

Съёмку образцов проводили на отражение по схеме фокусировки Брэгга - Брентано в кобальтовом K_{α} излучении. Чтобы исключить β - линии на дифрактограммах при съёмке на кобальтовом излучении использовали селективно поглощающий β - фильтр из железа. Подготовку образцов, выбор режимов съёмки и расчет дифрактограмм проводили по методикам. Для выявления микроструктуры использовался травитель состав: 5% раствор HNO_3 в C_2H_5OH . Для стального изучения основных сварных зон был разделен на отдельные образцы размерами, которые были пронумерованы в

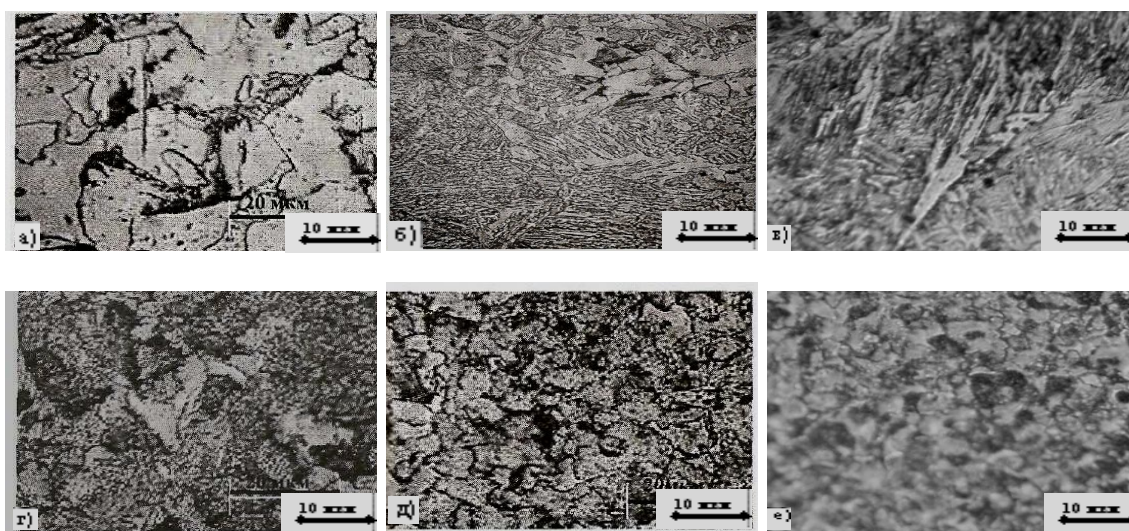
последовательном порядке электроискровым методом на установке ПТФ-2. Линии отреза шли по зонам сварного соединения.

Измерения микротвердости образцов выполняли на микротвердомере ПМТ-3, при нагрузке на индентор $P=200$ г и времени выдержки -при этой нагрузке 10 сек. В качестве индентора при измерениях микротвердости использовали правильную четырехгранную алмазную пирамиду с углом при вершине 136° , аналогично методу определения твердости по Виккерсу.

Для обработки результатов измерений микротвердости применяли стандартные компьютерные программы статистики и корреляционного анализа.

В третьей главе приведены результаты исследование микроструктуры зон сварного соединения стали 30ХГСА в зависимости от видов и режимов сварки, фазовый состав зон сварного соединения стали 30ХГСА в зависимости от видов и режимов сварки, разброс микротвердости по зонам сварного соединения стали 30ХГСА.

На рисунке 1 представлена микроструктура сварного соединения из стали 30ХГСА, полученного по традиционной технологии.



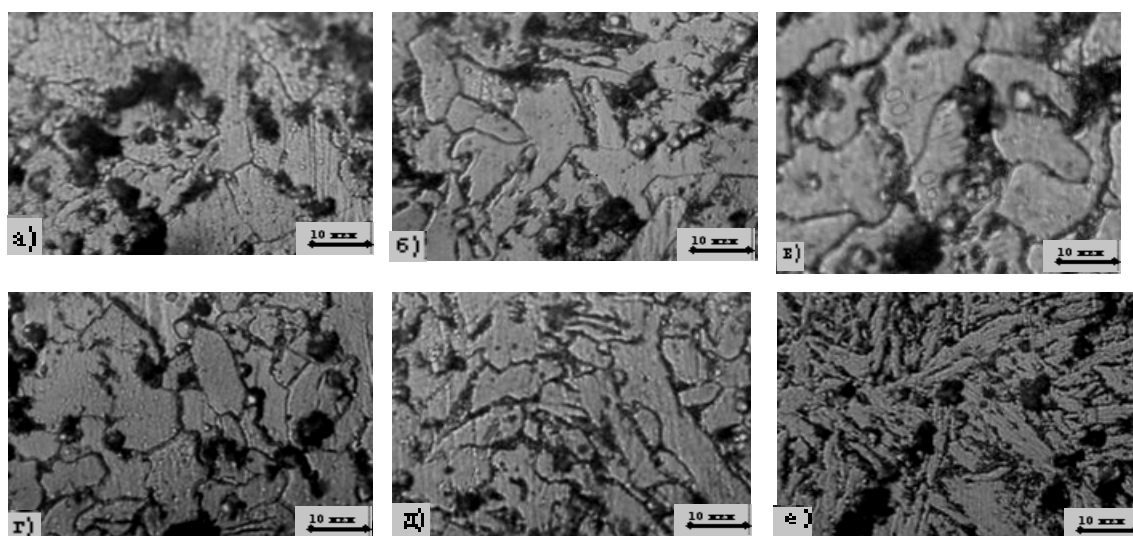
а)

металл шва, б) зона сплавления, в) участок неполного расплавления, г) участок перегрева, д) участок нормализации, е) основной металл

Рисунок 1 - Микроструктура сварного соединения из стали 30ХГСА, полученного по традиционной технологии

Из рисунка 1, видно, что в зоне металла шва образуется крупнозернистая структура неправильной формы с ярко выраженными границами зерен, зерна порядка $9,05$ мкм (рисунок 1, а). Из рисунка 1, б можно увидеть явно выраженный переход в зоне сплавления, что свидетельствует о малом пребывании металла в жидком состоянии. На рисунок 1, в видны структуры закалочного типа. Структура зоны нормализации более однородна (рисунок 1, д). Различие в матрице (рисунок 1, е) по сравнению с остальными может быть объяснено тем, что была произведена предварительная термообработка ($T_{\text{под}} = 300^\circ\text{C}$).

На рисунке 2 представлена структура металла шва по слоям.

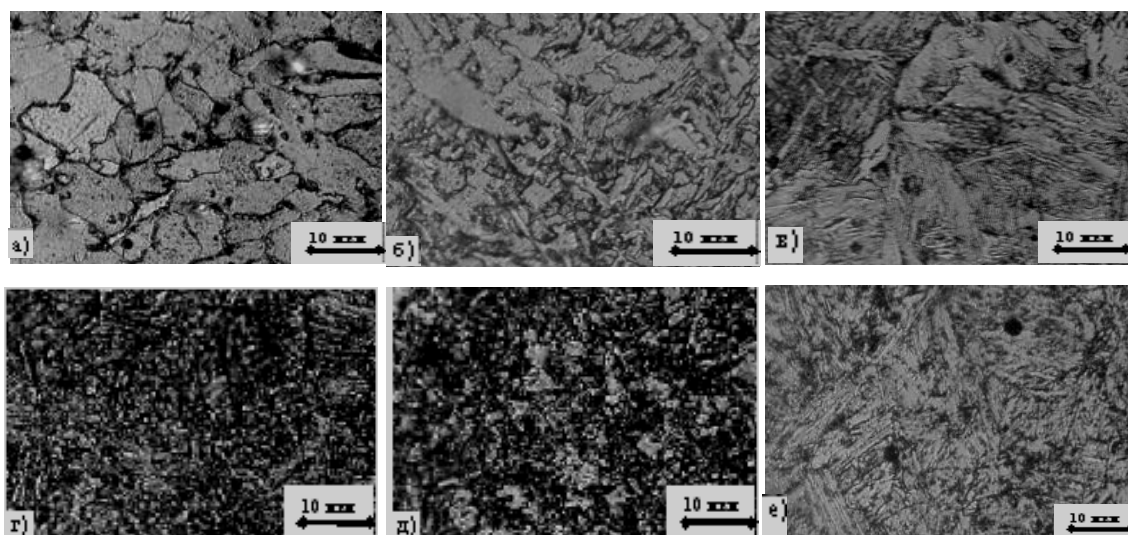


а) 6-й слой (облицовочный), б) 5-й слой, в) 4-й слой, г) 3-й слой, д) 2-й слой, з) 1-й слой (корневой)

Рисунок 2 - Сложение зоны металла шва послойно, сварка по традиционной технологии

Из рисунка 2, видно, что во всех слоях существует определенная структурная градиентность. Начиная с 6-го верхнего и заканчивая 1-м нижним слоем происходит постоянное изменение формы и размеров зерен феррита, также изменяется доля содержания перлита.

На рисунке 3 представлена микроструктура образца сваренного автоматической импульсной сваркой длинной дугой.



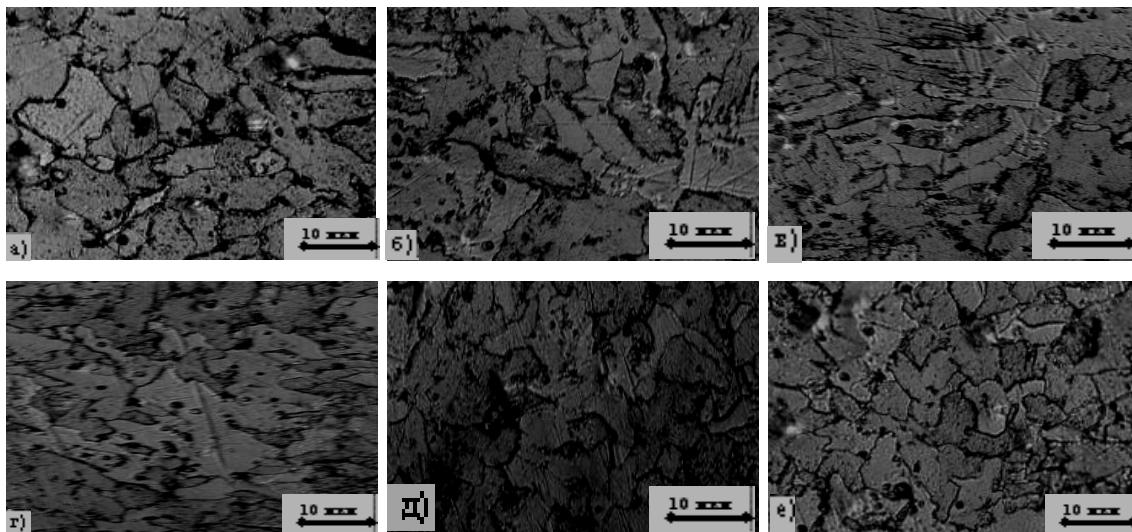
а) металл шва, б) зона сплавления, в) участок неполного расплавления, г) участок перегрева, д) участок нормализации, з) основной металл

Рисунок 3 - Микроструктура сварного соединения из стали 30ХГСА, способ автоматической импульсной сваркой длинной дугой

Для металла шва (рисунок 3, а) характерна структура феррита. На снимке металла шва рисунок 3 а, видны зерна порядка 7,7 мкм. На рисунке 3 б, представляющем зону сплавления четко видна линия перехода из одной зоны в другую.

На рисунке 3 в, видна структура зоны неполного расплавления. Зерна микроструктуры зоны перегрева (рисунок 3, г) не имеют определенной ориентации. Также для данного участка характерен большой разброс по величине зерен.

На рисунке 4 представлено послойное строение металла шва, сваренного автоматической импульсной сваркой длинной дугой.



а) 6-й слой (облицовочный), б) 5-й слой, в) 4-й слой, г) 3-й слой, д) 2-й слой, е) 1-й слой (корневой)

Рисунок 4 - Сложение зоны металла шва послойно, способ автоматической импульсной сваркой длинной дугой

При послойном изучении зоны металла шва (рисунок 4) наблюдается следующая тенденция – облицовочный слой представлен крупными ферритными зернами. С дальнейшим увеличением глубины структура начинает представляться смесью зерен различных размеров и ориентаций.

Таким образом, можно сделать вывод, что микроструктуры образцов металла шва сваренных разными способами сильно различаются. В частности зерна металла шва крупнее в соединениях сваренных традиционным способом без предварительного подогрева и послесварочной термической обработки. Помимо этого в зоне границы шва наблюдается меньшая неравноосность в микроструктуре образцов сваренных традиционным способом.

На основе полученных рентгеновских дифрактограмм были построены штрих – диаграммы для зон металла шва и матрицы (рисунок 5).

Фазовый анализ образца стали 30ХГСА, полученного сваркой по традиционной технологии, показал в матрице и металле шва присутствие α -

фазы с ОЦК - решеткой. Период элементарной ячейки α - фазы матрицы и металла шва – 0,286818 и 0,28650 нм соответственно.

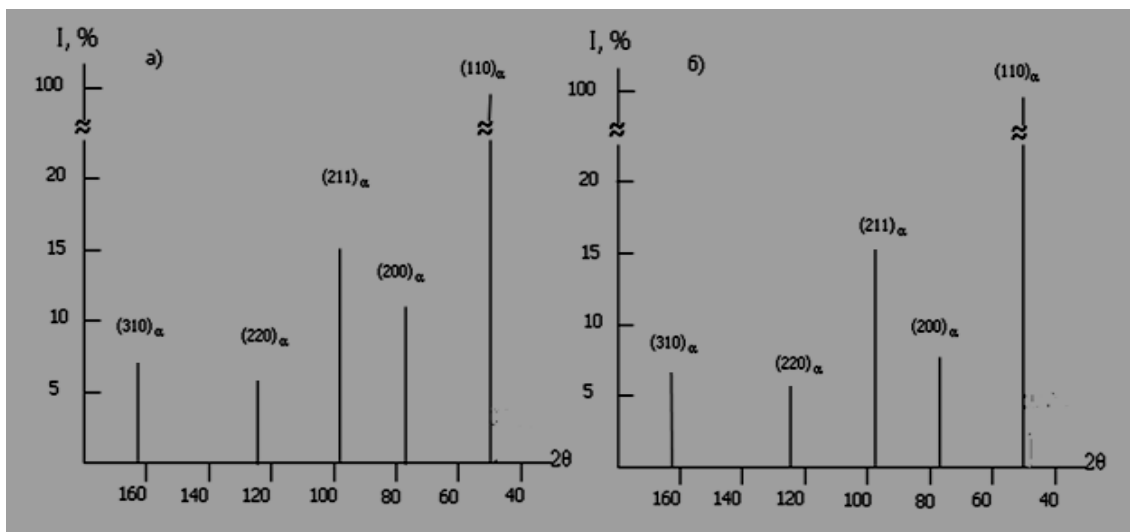


Рисунок 5 - Штрих – диаграмма а) матрицы, б) металла шва (традиционный способ сварки)

Фазовый анализ образца стали 30ХГСА, полученного сваркой по традиционной технологии без предварительного подогрева и послесварочной ТО, показал в матрице и металле шва присутствие α - фазы с ОЦК - решеткой. Период элементарной ячейки α - фазы матрицы и металла шва – соответственно равны 0,286818 и 0,28650 нм.

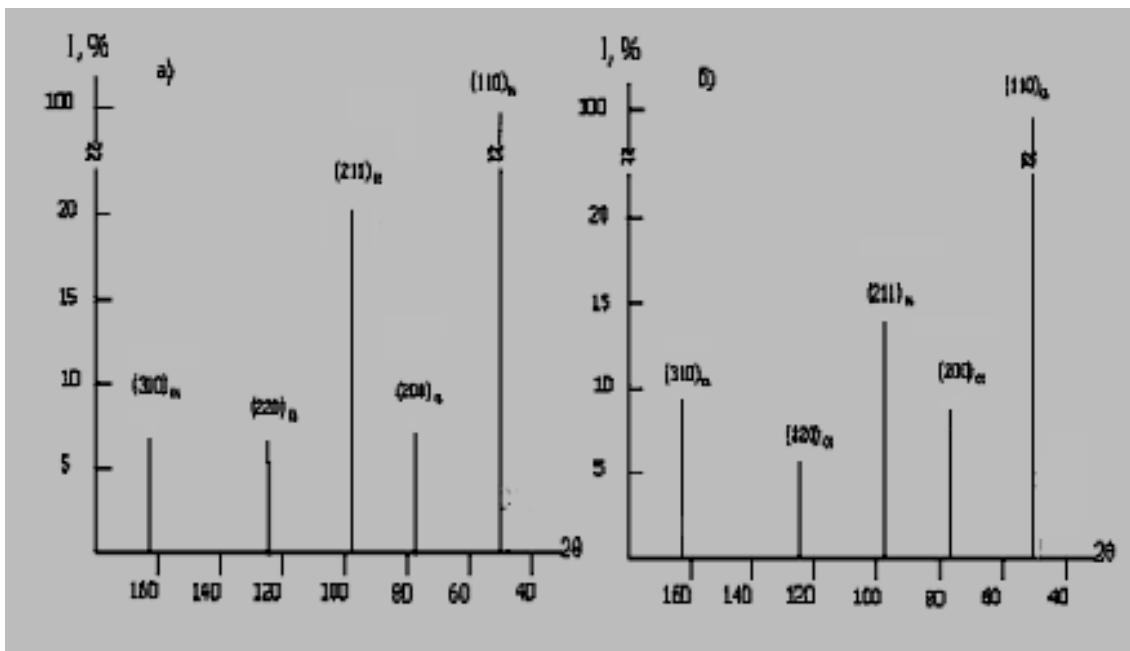


Рисунок 6 - Штрих – диаграмма матрицы и металла шва стали 30ХГСА (Способ автоматической импульсной сваркой длиной дугой)

Фазовый анализ образца стали 30ХГСА, полученного автоматической импульсной сваркой длинной дугой, показал в матрице и металле шва присутствие α - фазы с ОЦК - решеткой. Период элементарной ячейки α - фазы матрицы и металла шва – соответственно равны 0,286818 и 0,28650 нм.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что все образцы стали 30ХГСА, сваренные при разных технологических условиях, состоят из α - фазы с ОЦК-решеткой. Период элементарной ячейки α - фазы матрицы - 0,28681нм, α - фазы металла шва 0,28650нм.

На рисунке 7 представлено распределение микротвердости по зонам сварного соединения стали 30ХГСА сваренного традиционным способом.

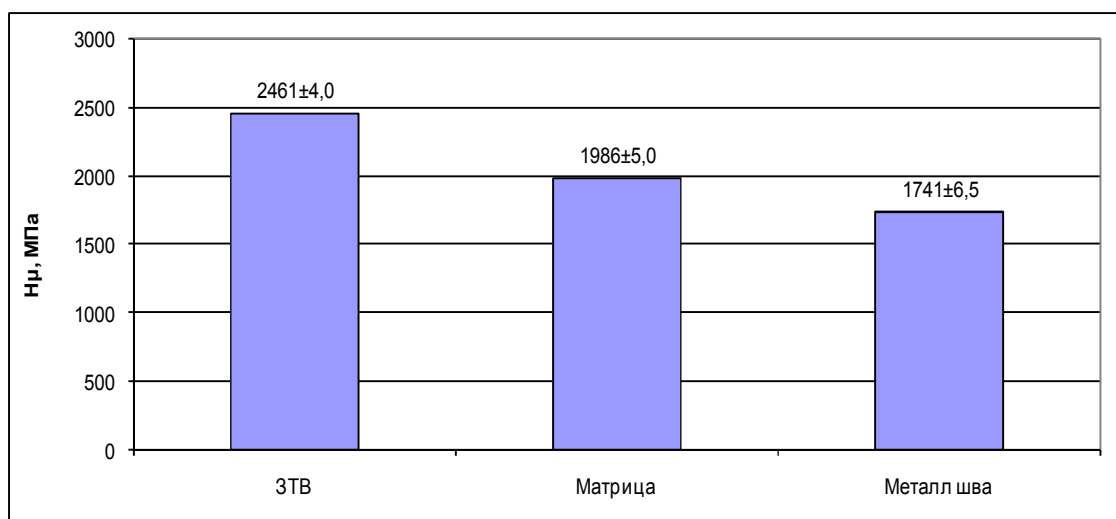


Рисунок 7 - Распределение микротвердости по зонам сварного соединения при сварке традиционным способом

Из рисунка 7 видно, что среднее значения микротвердости зоны термического влияния (ЗТВ), матрицы и наплавки, соответственно равны: $H_{\mu} = 2461$ МПа, $H_{\mu} = 1986$ МПа, $H_{\mu} = 1741$ МПа. Как видно, из представленных данных ЗТВ обладает повышенной микротвердостью.

Кроме того, для анализа распределения микротвердости в металле шва 08Г2С по слоям проводились ее измерения.

На рисунке 8 показана схема измерения микротвердости в многослойных сварных швах сталей 30ХГСА.

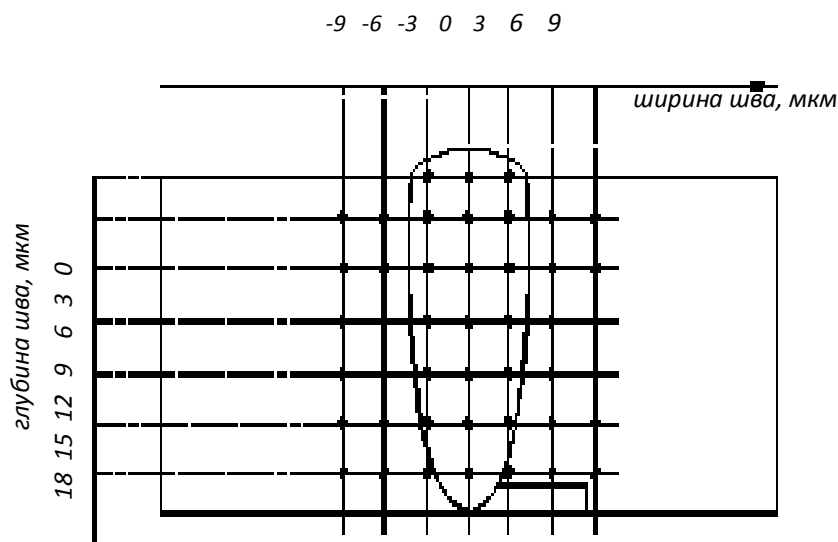


Рисунок 8 - Схема измерения микротвердости в многослойных сварных швах сталей 30ХГСА

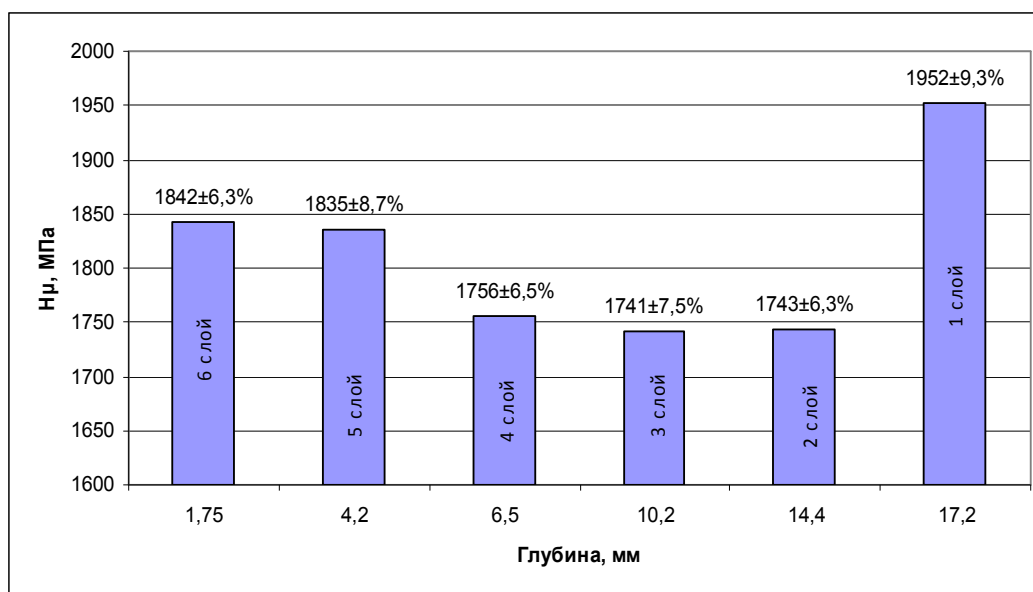


Рисунок 9 - Распределение микротвердости по центру металла шва в зависимости от глубины для образца, сваренного по традиционной технологии

Согласно полученным данным в зоне металл шва существуют флуктуации микротвердости до 10,8% (211МПа). Вместе с тем разброс микротвердости между «внутренними» слоями меньше - 5 % (92 МПа). Все это – отсутствие резких колебаний внутри шва и более твердые корневой и облицовочный слои влияет на несущую способность зоны металл шва.

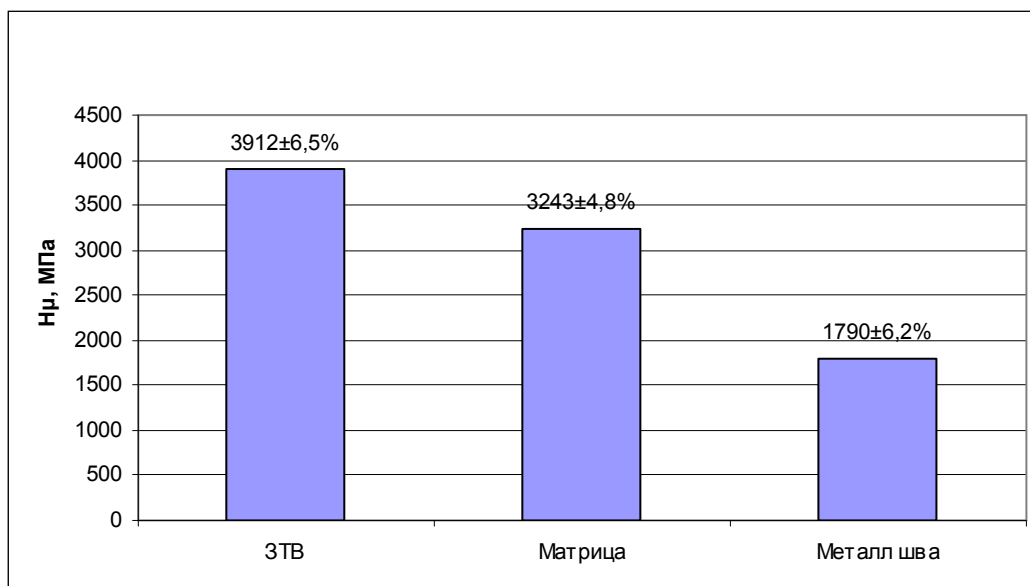


Рисунок 10 - Распределение микротвердости по зонам (способ - импульсная сварка длинной дугой)

Анализ распределения микротвердости по зонам сварного соединения показывает, что наибольшее значение микротвердости 3912 МПа имеет ЗТВ. По сравнению с матрицей «разбег» составляет 669 МПа, а по отношению к металлу шва микротвердость зоны термического влияния повысилась на 54%.

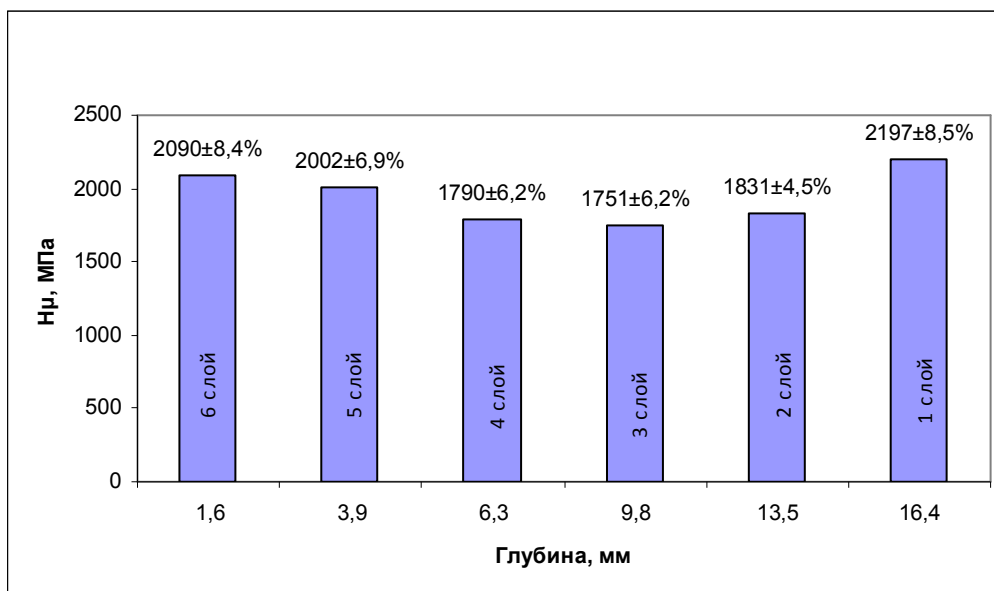


Рисунок 11 - Распределение микротвердости металла шва по слоям сварного соединения (сварка длинной дугой)

Послойное измерение микротвердости показало, что большая часть слоев за исключением 6-го имеет \bar{H}_{μ} ниже 2197 МПа. Погрешность измерений

составляет 8,5 %. При этом облицовочный и корневой слои имеют повышенные значения по сравнению с соседними.

Как известно микротвердость связана со всеми механическими характеристиками, и ее изменение позволяет оценить прочностную однородность сварного соединения. Определяющим является изменение микротвердости не только в металле шва или в зоне термического влияния, а по всему сечению сварного шва, т. к. перепад значений микротвердости свидетельствует о пиковых изменениях.

Таким образом, из вышесказанного можно сделать вывод:

- по сравнению с остальными участками сварного соединения металл шва является “мягкой” прослойкой и в зависимости от способа сварки его микротвердость колеблется в пределах – 1741 – 2197 МПа;

- повышенная микротвердость облицовочного слоя объясняется эффектом термообработки.

Оптимальная скорость охлаждения для сталей типа 30ХГСА равна 6,3 °С/с. Полученные результаты позволяют предположить, что скорость охлаждения стали, была выше оптимальной, поскольку известно, что с увеличением скорости охлаждения получаемая структура в ЗТВ измельчается, а твердость её повышается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты и выводы по работе:

В настоящей работе было установлено, что:

- образцы стали 30ХГСА, сваренные при разных технологических условиях, состоят из α - фазы с ОЦК-решеткой. Период элементарной ячейки α - фазы матрицы - 0,28681нм, α - фазы металла шва 0,28650нм.

- по сравнению с остальными участками сварного соединения металл шва является “мягкой” прослойкой и в зависимости от способа сварки его микротвердость колеблется в пределах – 1741 – 2197 МПа;

- повышенная микротвердость облицовочного слоя объясняется эффектом термообработки;

- для получения качественного равнопрочного сварного соединения при сварке легированных сталей, целесообразно выполнять сварку низкоуглеродистыми сварочными материалами, близкими по легированию к основному металлу, в среде углекислого газа с управлением термическим циклом сварки.

Разработанная технология сварки высокопрочных конструкционных сталей в условиях двухструйной газовой защиты автоматической импульсной сваркой длиной дугой, является наиболее оптимальной, так как обеспечивает надежное качество и требуемые свойства сварных соединений, способствует измельчению структуры металла шва, формирует плавный переход от наплавленного металла к основному.

Оценка полноты решений поставленных задач. В результате проведенных экспериментальных исследований и анализа полученных результатов установлены структурно-фазовые состояния по зонам сварного соединения, проведен анализ микротвердости по зонам сварного соединения. Поставленные в работе задачи решены полностью.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области: Диссертационная работа и полученные результаты соответствуют современному научно-техническому уровню, экспериментальные результаты получены с использованием современных методов исследования, отличаются комплексным подходом, выводы не противоречат фундаментальным положениям физики конденсированного состояния и существенно дополняют их.

Список опубликованных работ:

1. Ежегодная студенческая научно-практическая конференция. ВКГУ им. С. Аманжолова, Усть-Каменогорск, 2007.
2. VIII Республиканская научно – техническая конференция студентов, магистрантов, молодых ученых. ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 22-24 апреля 2008г.
3. I Республиканская научно – практическая конференция студентов ВКГУ им. С. Аманжолова, 8 апреля 2009г.
4. IX Республиканская научно – техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых. ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 22-24 апреля 2009г.
5. VI Международная научная конференция молодых ученых «Наука и образование 2009», 29-30 апреля 2009г., ЕНУ им. Л.Н. Гумилев. Астана
6. X Республиканская научно – техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых. ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 22-23 апреля 2010г.
7. Материалы Всероссийской научно – практической конференции с международным участием, РИЦ БашГУ, Уфа, Февраль 2010г.

«Research of influence of modes of welding and thermal processing on structurally - phase condition of steel 30XГСА»

Structure and volume of the dissertation: job consists from introduction, three chapters, conclusion, list of used sources from 57 names. Quantity of typewritten pages of the dissertation - 63, 34 figures, 3 tables.

Key words: welding process alloy steel, microhardness, microstructure, mechanical properties, laminated welded connections, zone of thermal influence, modes of welding, metallographic the analysis, metal of a seam, matrix, traditional technology of welding, thermal processing, zone of normalization, zone of alloying, connected zones, grain, ferrite, border of a grain, automatic pulse welding.

The dissertation is devoted to one of urgent tasks of modern manufacture - increase of reliability of welded designs from high-strength constructional steels on the basis of management of their structure both minimization resources- and expenditures of labour (necessary for maintenance of guaranteed quality). For increase of survivability and reliability of welded seams of pipelines it is necessary to lead research of dependence of mechanical properties and structures of welded connection from parameters of a mode of welding, to choose the best way of welding, to lead optimization of parameters of a mode of welding high-strength constructional сталей for maintenance of required mechanical properties, and operational reliability of welded connections.

The purpose of the dissertation: research and analysis of influence of technology factors of welding on feature of change structurally - phase condition and microhardness of zones of welded connection of steel 30XГСА.

Object of research: a welded seam of steel 30XГСА welded by various ways of welding.

Methods of research: a method of test on microhardness, X – ray and metallographic the analyses.

The received dependences have allowed to estimate influence of power parameters of a mode of welding on mechanical properties laminated of welded connections became 30XГСА not only qualitatively, but also quantitatively with a sufficient degree of accuracy for practical application. The most rational parameters of a mode of welding of steel 30XГСА, ensuring qualitative formation of a seam are determined. On the basis of the analysis of the received dependences the influence preliminary heat on mechanical properties is established and structure laminated of welded connections became 30XГСА.

The basic results are published in clauses, which list is resulted in the list of the literature.

Невратова Ирина Валерьевна

«30 ХГСА болатының құрылым – фазалық күйіне термиялық өңдеумен пісіру режимдерінің әсерін зерттеу»

Магистерлік диссертациясының құрылым және көлемі: жұмыс кіріспеден, тізімінің үш басшылар, 57 аттардың көз қолданылатын шешімдері тұрады. Магистерлік диссертациясының мәтінінің машинаға басылған беттерінің саны - 63, 34 сурет, 3 кесте.

Сөздің: түйіршіктер шекарасы, автоматты импульсты дәнекерлеу қоспаланған болаттарды дәнекерлеудің әдістері, микроқаттылық, микроқұрылым, механикалық қасиет, көп қабатты дәнекерленген қосулар, қыздыру ықпалының аймағы, дәнекерлеудің тәртіптері, жіктің металлографиялық талдау, металлы, дәнекерлеуді матрица, дәстүрлі технология, ағызылуды қыздыру өңдеуі, аймақ, нормалауды аймақ, қызып кетудің аймақ кездесетін бөлімшелері.

Магистерлік диссертациясы қазіргі өндірістің өзекті міндеттерінің бірі арналған - олардың құрылымын басқаруды негізге және (кепілдік берілген сапаның қамтамасыз етуі үшін қажетті) қор және еңбек шығынының минимизациялауындағы беріктігі жоғары конструкциялық болаттарының пісірме құрастырымдарды сенімділіктің жоғарылатуы. Жансебілдік және құбырлардың пісіру жіктерінің сенімділігінің жоғарылатулары үшін дәнекерлеуді тәртіптің параметрлерінен механикалық қасиеттерді тәуелділік және дәнекерленген Қосудың құрылымының зерттеуі өткізіп, дәнекерлеуді ең жақсы әдісті таңдап, тиісті механикалық қасиеттерді қамтамасыз ету, тең беріктік және дәнекерленген Қосулардың қолдану кезіндегі сенімділігі үшін беріктігі жоғары конструкциялық болаттардың дәнекерлеуді тәртібінің параметрлерінің ықшамдауын өткізуге керек.

Магистерлік диссертациясының мақсаты: өзгерістің ерекшелігіндегі дәнекерлеудің технологиялық факторларының ықпалының зерттеу және талдауы құрылым - фазалық күй және дәнекерленген Қосудың аймақтарының микроқаттылығы 30 ХГСА болды.

Зерттеу нысана: пісіру жігі 30 ХГСА, дәнекерлеудің асулы әр түрлі әдістерімен болды. Зерттеудің әдістері: (H_m) микроқаттылық, рентген құрылымдық және металлографиялық талдауларға сынау әдісі.

Алған тәуелділіктер көп қабатты дәнекерленген Қосулардың механикалық қасиетіндегі ($T_{под}$, I_{cd} , $T_{то}$) дәнекерлеуді тәртіптің энергетикалық параметрлерінің ықпалдары бағалауға мүмкіндік берді сапалы ғана емес, практикалық қолдану үшін сандай дәлдіктің жеткілікті дәрежесімен 30 ХГСА болды. Дәнекерлеуді тәртіптің өте тиімді параметрлері анықталған жіктің сапалы құрастыру қамтамасыз ететін 30 ХГСА болды. Алған тәуелділіктердің талдауын негізде механикалық қасиетте алдын ала жылытуды ықпал және көп қабатты дәнекерленген Қосулардың құрылымын анықталған 30 ХГСА болды.