

РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДВЕРЕЙ ВЕСОПОВЕРОЧНОГО ВАГОНА

Диогенов А.Л. – студент, Шевцов Ю.О. – к.т.н., проф.,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Вагоностроение является одной из ведущих отраслей промышленности. Это связано с выпуском большого количества вагонов различных серий и их модификаций. В связи с этим одними из приоритетных направлений являются техническое переоснащение производственных мощностей, внедрение высокопроизводительных гидрокопировальных станков, создание высокоэффективного вагоносборочного производства, создание комплексной автоматизации технической подготовки производства. Данная работа посвящена разработке технологии изготовления дверей весоповерочного вагона.

Весоповерочный вагон служит для сверки грузов на весах и относится к типу специализированных. На базовом предприятии ОАО «Алтайвагон» выпускаются цельнометаллические весоповерочные вагоны серии А 300, которые служат для сверки грузов на весах. Конструкция вагона требует свободный, неограниченный доступ во внутреннее пространство вагона для самозагрузки и выгрузки грузов, что и обеспечивают двери.

Рассматриваемое изделие – двери весоповерочного вагона представляют собой плоскую конструкцию, состоящую из листовых заготовок и сортового проката. Каждая из дверей состоит из створки, выполненной из листового проката, общую жесткость которой обеспечивает каркас, выполненный из угольников и дуги плоского сечения. Местную жесткость каркаса обеспечивают ребра, установленные в пролетах между элементами каркаса, выполненные из листового проката. В состав элементов каркаса также входит группа запоров, которые обеспечивают фиксацию дверей в запертом положении. Петли являются звеньями шарнирного механизма, который обеспечивает поворот двери относительно вертикальной оси.

Используемая конструкция дверей весоповерочного вагона позволяет обеспечить жесткость, гарантирующую исключение коробления двери. Конструкция изготавливается из стали марки ВСтЗпс. Эта сталь относится к углеродистым конструкционным сталям обыкновенного качества. Стали группы В являются сталями повышенного качества и поставляются с гарантированными химическими и механическими свойствами. Прокат изготавливают из стали с химическим составом соответствующему ГОСТ 380-94.

Базовое предприятие производит штучное изготовление вагонов серии А 300, что предусматривает техпроцесс. Это условие создает препятствие для механизации и автоматизации операций сборки и сварки. На основании чего на предприятие применяется ручное или частично механизированное оборудование для сборки, сварка производится полуавтоматом в среде CO_2 . Все перечисленные факторы указывают на низкую производительность, обусловленную проведением большого объема вспомогательных работ.

При сварке плавящимся электродом в защитном газе в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подается защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

В качестве электродного металла применяют сварочную проволоку близкую по химическому составу к основному металлу. Выбор защитного газа определяется его инертностью к свариваемому металлу, либо активностью, способствующей рафинации металла сварочной ванны.

Для сварки сталей различных классов применяют углекислый газ, но так как углекислый газ участвует в металлургических процессах, способствуя угару легирующих компонентов и компонентов-раскислителей (кремния, марганца), то сварочную проволоку следует выбрать с повышенным их содержанием.

Сварку в защитных газах плавящимся электродом ведут на постоянном токе обратной полярности, т.к. на переменном токе из-за сильного охлаждения столба дуги защитным газом, дуга может прерываться. Скорость подачи сварочной проволоки определяет силу сварочного тока.

Для сварки в защитных газах плавящимся электродом характерен высокий процент потерь электродного металла вследствие угара и разбрызгивания. В качестве защитных газов при сварке неплавящимся электродом широко применяют смеси газов с различными соотношениями концентраций. Использование таких смесей повышает не только качество получаемых сварных соединений, но и производительность процесса сварки.

Были проведены следующие мероприятия:

1. Использовать защитный газ, состоящий из смеси газов (95 %) CO₂ и (5 %) O₂, что сократит потери на разбрызгивание на 5 %.

2. Большая протяженность, доступность и прямолинейность соединений в конструкции позволяет применить автоматическую сварку в среде защитных газов. Поэтому для наиболее протяженных типов сварных соединений вместо полуавтоматической сварки в среде CO₂ применить автоматическую сварку в среде защитного газа.

3. Все узлы и элементы изделия собирать и сваривать в специализированных кондукторах и стендах;

4. Вместо сварочного выпрямителя ВС-600 применяемого на базовом предприятии, использовать инверторный источник питания Kemromig 3200.

Все вышеперечисленные мероприятия, применение нового сварочного оборудования и защитного газа позволили:

1. Уменьшить потери на разбрызгивание;

2. Снизить трудоемкость изготовления изделия на 55 %;

3. Снизить себестоимость изделия на 16,8 %;

4. Экономический эффект от внедрения составит 5535773,6 руб/год.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СТЕНЫ ВЕСОПОВЕРОЧНОГО ВАГОНА СЕРИИ А 300

Иванов Д.С. – студент, Шевцов Ю.О. – к.т.н., проф.,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Вагоностроение является одной из ведущих отраслей промышленности. Это связано с выпуском большого количества вагонов различных серий и их модификаций. Весоповерочный вагон служит для проверки контрольных весов на станциях и относится к типу специализированных.

На ОАО «Алтайвагон» производится штучное изготовление вагонов серии А 300. Это условие создает препятствие для механизации и автоматизации операций сборки и сварки. Вследствие его на данном предприятии применяется ручное или частично механизированное оборудование для сборки, сварка производится полуавтоматом в среде углекислого газа. Перечисленные факторы указывают на высокую трудоемкость изготовления вагонов данной серии.

Для повышения производительности труда и снижения трудоемкости изготовления стены предлагается:

- все узлы и элементы изделия собирать и сваривать в специализированных кондукторах и стендах;

- для поворота узлов стены в удобное для сварки положение использовать кантователи;

- для наиболее протяженных швов использовать автоматическую сварку в среде углекислого газа;

- для уменьшения потерь на разбрызгивание при сварке вместо проволоки Св-08Г2С применить проволоку Св-08Г2СЦ, у которой потери на разбрызгивание на 6 % меньше.

На базовом предприятии для сварки стены боковой применяют следующее оборудование:

- для сварки обвязки применяется полуавтомат А-547у с выпрямителем ВС-300;

- для сварки стоек примеряется полуавтомат А-1197 с выпрямителем ВС-600;
- для сварки стены боковой применяется автомат АДФ-1002 и полуавтомат А-1711 с выпрямителями ВС-600.

Исходя из анализа базового техпроцесса и исходных данных, выбираем следующее сварочное оборудование:

- для сварки обвязки автомат А-1711 с выпрямителем ВС-600;
- для сварки стоек полуавтомат А-765 с выпрямителем ВДУ-504;
- для сварки стены боковой автомат АДСП-1 и полуавтомат А-755 с выпрямителями ВДУ-504.

Выводы:

1. Применение сварочной проволоки Св-08Г2СЦ, позволило уменьшить разбрызгивание на 6 % чем у применяемой на ОАО «Алтайвагон».

2. Заменяли полуавтоматическую сварку в среде углекислого газа на автоматическую на участках имеющих большую протяжённость сварных швов. Для увеличения производительности труда применили специально разработанное оборудование, так же уменьшили количество ОПР. Все эти операции позволили снизить трудоёмкость на 38,3 %, уменьшить себестоимость на 13,4 %. Экономический эффект от внедрения составил 380005,4 рубля.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СЕКЦИИ КРЫШИ ВАГОНА 11-287

Павлюченко А.В. – студент, Шевцов Ю.О. – к.т.н., проф.,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Развитая транспортная сеть всегда была одним из условий успешной народнохозяйственной деятельности страны. Железнодорожный транспорт является ведущей отраслью в организации транспортной системы России в силу ряда его особенностей: низкой себестоимости перевозки грузов, большой грузоподъемности железнодорожного транспорта и относительно высоких скоростей перемещения грузов.

Предприятие ОАО «Алтайвагон» каждый год обновляет парк выпускаемых вагонов для удовлетворения потребностей народного хозяйства, в том числе выпускает крытые вагоны модели 11-287, предназначенные для перевозки легковых автомобилей по магистральным железным дорогам колеи 1520 мм. Транспортируемые автомобили располагаются в два яруса. Вагон оснащен специальными устройствами, которые обеспечивают блокировку автомобилей во время транспортировки, а также благодаря особенностям конструкции удобен в эксплуатации и не требует больших трудозатрат при загрузке вагона.

В конструкции вагона данной модели продолжением второго яруса является крыша вагона, которая состоит из трех секций. Конструкция секции крыши представляет собой каркас, состоящий из дуг, двух обвязок и стрингеров. Дуги представляют собой три балки (профиль вагонной стойки, ГОСТ 5267.6-90), сваренных между собой. По углам дуг привариваются заделки. Обвязка представляет собой гнутый лист (ГОСТ 19903-74). Стрингеры привариваются между дугами. В конструкцию также входит настил 1440×980×1,5 мм, 1290×980×1,5 мм, изготовленный из низколегированной стали 10ХНДП.

При разработке конструкции секции крыши был выбран метод дуговой сварки в среде защитных газов. В качестве защитного газа используют углекислый газ. Особенностью сварки в углекислом газе является то, что при температурах дуговой сварки углекислый газ CO_2 диссоциирует и окисляет металл.

Для нейтрализации окислительного действия CO_2 в сварочную проволоку Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70), предназначенную для сварки в углекислом газе, вводят несколько больше марганца и кремния (раскислители), которые, соединяясь при сварке с кислородом, восстанавливают свариваемый металл. Образующиеся при этом окислы марганца и кремния переходят в шлак. Во время сварки в среде защитных газов происходит разбрызгивание металла в пределах 10-12 %, это требует большего расхода газа, расхода электродной проволоки, вследствие этого происходит перерасход электрической энергии, что

отрицательно влияет на себестоимость конструкции. Вследствие повышенного расхода электродной проволоки основное время сварочной операции увеличивается, что приводит к повышению трудоемкости.

В заводской технологии процесс сборки дуг осуществляется на неспециализированном стенде с большим использованием ручных зажимных устройств, что обуславливает большой объем сборочных и подгоночных работ и высокую трудоемкость. Настил устанавливается вручную при сборке секции крыши. Оборудование имеет низкий к.п.д.

С нашей точки зрения заводской технологический процесс может быть усовершенствован за счет:

1. Применения современного оборудования, как подающего механизма, так и источника питания, обеспечивающего снижение разбрызгивания металла.

2. Применения тонких электродных проволок с повышенным содержанием циркония Св-09Г2СЦ для меньшего разбрызгивания.

3. Применения автоматической сварки вместо полуавтоматической.

4. Снижения расхода электрической энергии и металла за счет снижения разбрызгивания и за счет применения источника питания с высоким коэффициентом полезного действия 91-93 %.

5. Снижения расхода углекислого газа за счет снижения разбрызгивания.

6. Снижения трудоемкости за счет механизации сборочных работ.

Для сварки конструкции секции крыши в качестве сварочного оборудования используется сварочный выпрямитель ВС-600, у которого коэффициент полезного действия составляет 70 % и полуавтомат устаревшей модели А 1197, что приводит к большому разбрызгиванию металла.

Вследствие вышеизложенного нами был выбран инверторный источник питания марки «Форсаж-250». Эта установка предназначена для сварки низкоуглеродистых, низколегированных и коррозионно-стойких сталей. Она имеет плавную регулировку сварочного тока, снабжена вентилятором и защитой от перегрева. Диапазон сварочного тока от 40 до 315 А, масса 6,7-12,5 кг, коэффициент полезного действия составляет 91-92 %. Применение данного источника питания позволяет в сочетании с проволокой снизить разбрызгивание металла до 4 %, соответственно уменьшить ресурсоемкость (трудоемкость, энергоемкость, материалоемкость) сварочных операций и себестоимость изготовления секции крыши вагона.

Вывод: проработан вариант новой технологии сборки и сварки секции крыши вагона модели 11-287. Разработанная технология изготовления секции крыши на поточно-механизированной линии, позволила снизить трудоемкость сборочно-сварочных операций, механизировать и автоматизировать транспортные операции.

Внедрение разработанной технологии позволит:

- снизить себестоимость на 0,99 %;

- увеличить рентабельность в 1,01 раза;

- экономический эффект составит 128432,57 руб/год.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО БАЗАЛЬТОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ДЕТОНАЦИОННОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Яковлев В.И. – к.т.н., с.н.с., Шабалин В.Н. – к.т.н., проф., Собачкин А.В. – студент,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Недостаточный ассортимент специализированных порошков сдерживает развитие технологии детонационного напыления, поэтому представляет интерес напыления покрытий из минерального сырья, в частности, базальта.

Базальт обладает целым рядом преимуществ, таких как:

– прочность изделий из базальта в несколько раз выше стали, а плотность (и значит и вес) существенно меньше;

– базальтовые изделия инертны к кислотной и щелочной среде;

– в трубах и котлах из базальта не осаждаются накипь и осадки;

– изделия из базальта могут «дышать» – поэтому выдерживают температуру от – 200 до +200 °С;

– литье из базальта выдерживает температуру в 10000 °С.

Способ детонационного напыления покрытий из базальта был экспериментально опробован в ПНИЛ СВС АлтГТУ. Для проведения напыления покрытия был использован чистый базальтовый порошок месторождения Республики Алтай. Была проведена предварительная подготовка порошка, заключающаяся в его измельчении в планетарной шаровой мельнице, сушки и ситовой классификации до нужной грануляции (63...100 мкм). После чего было проведено детонационное напыление на металлические образцы, изготовленные из стали Ст3.

Первоначальная толщина заготовок составляла 4 мм. Напыление базальта осуществлялось в трех режимах:

– слабовосстановительное газовое пламя (так называемый «мягкий режим» напыления);

– стехиометрическое соотношение газов (так называемый «стандартный режим»);

– слабоокислительное пламя (так называемый «жесткий режим»).

В каждом режиме работы установки было получено покрытие из базальта на образцы 130 циклами напыления. В результате при каждом режиме напыления было нанесено покрытие толщиной порядка 50 мкм.

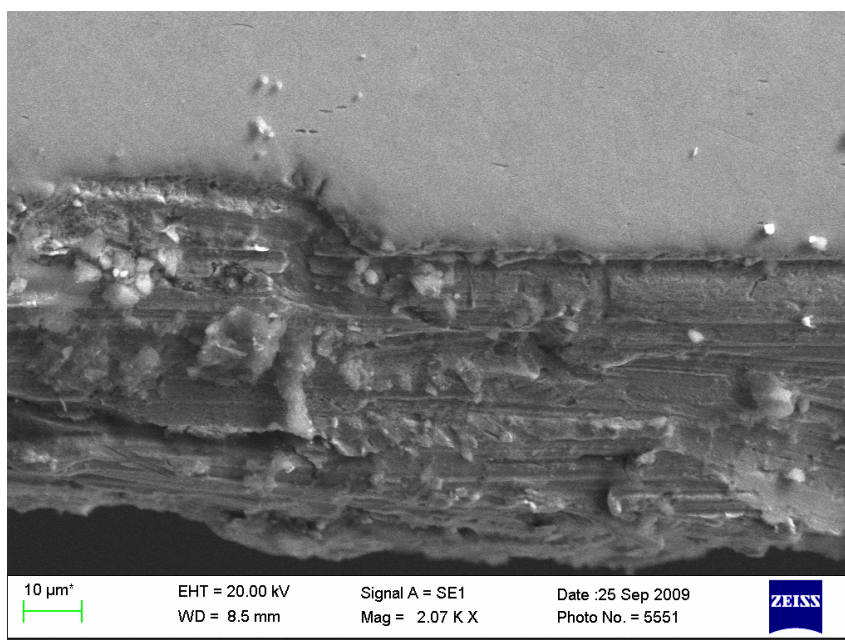


Рисунок 1. Растровая электронная микроскопия детонационного базальтового покрытия

На рисунке 1 представлена микрофотография электронной микроскопии детонационного базальтового покрытия.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Метод детонационного напыления позволяет получать покрытия из базальтового минерального сырья дисперсностью 63...100 мкм удовлетворительного качества на всех режимах напыления.

2. В результате детонационного напыления базальта образуется плотное покрытие со слоистой структурой с присущими базальту свойствами, т.е. высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред, теплостойкостью и износостойкостью.

Литература

1 Богуслаев, В.О. Детонационное нанесение покрытий на детали авиадвигателей и технологического оснащения с последующей магнито-абразивной обработкой (монография)/ В.О. Богуслаев, А.И. Долматов, П.Д. Жеманюк, А.И. Кулагин, В.Г. Михайлуца, В.А. Симоненко. – Запорожье: Дека, 1996. – 366 с.

2 Джигирис, Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий/ Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 416 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛОБУЛЯРНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ КАРБИДОВ В ОКОЛОШОВНОЙ ЗОНЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сейдуров М.Н. – к.т.н., старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Определение условий формирования наноструктурной карбидной фазы глобулярной формы для различных групп низколегированных сталей является актуальной, но достаточно трудоемкой задачей и требует глубоких научных исследований, основанных на использовании различных методик изучения тонкой структуры металла и существующих на сегодняшний день теоретических знаний о механизме формирования глобулярных наноразмерных спецкарбидов.

Цель работы – построить диаграммы анизотермического распада аустенита (АРА) и структурные диаграммы для высокопрочных низколегированных сталей, подверженных термомодеформационному воздействию. Исследования проводили на образцах из хромоникелевых сталей промышленных плавок с содержанием углерода до 0,3 % и суммарным содержанием легирующих элементов до 4,0 %.

Применяли физическое моделирование термических (ТЦС) и термомодеформационных циклов сварки (ТДЦС) на образцах-имитаторах с помощью экспериментальной установки. Особенности формирования структур рассматривались при ТДЦС – от 1100 °С и выше, что соответствует участку перегрева. Образцы-имитаторы подвергались воздействию поперечных сварочных напряжений и упруго-пластических деформаций. Скорость нагрева в интервале температур фазовых превращений составляла 150 °С/с. Диапазон исследованных скоростей охлаждения $\omega_{6/5}$ от 0,35 до 17,0 °С/с полностью охватывал весь спектр структур от феррито-перлитной до мартенситной. Температура нагрева образца задавалась до 1350 °С с шагом 50 °С.

Структуру и фазовый состав изучали с помощью световой (AxioObserver A1m), растровой (EVO50) и просвечивающей электронной микроскопии (Technai G2 FEI), микрохимического (EDS X-Act (Oxford Instruments)) и рентгеноструктурного анализа (ARL X'TRA).

Фазовые и структурные изменения иллюстрируются диаграммами АРА и структурными диаграммами (рисунок 1, обозначения: ω_{M2} , ω_{M1} , $\omega_{ФП2}$ – критические скорости охлаждения, соответствующие образованию 90% и 5% мартенсита (М) и 100% феррито-перлита (ФП), А₀ – аустенит остаточный, ВБ – верхний бейнит, ЗБ – зернистый бейнит, НБ – нижний бейнит, МФ – мезоферрит, С_д – структурная доля).

Установлено, что промежуточные структуры зернистой морфологии представляют собой смесь добейнитной (мезоферритной), бейнитной и мартенситной составляющих α -фазы, остаточного аустенита и карбидов, преимущественно глобулярной формы типа $Me_{23}C_6$ – спецкарбид хрома $(Fe, Cr)_{23}C_6$. Совместное действие термических и деформационных циклов изменяет как кинетику, так и процентное содержание фазовых составляющих распада аустенита. Прежде всего, происходит расширение скоростного диапазона образования промежуточных структур с наноразмерными карбидами как в сторону меньших, так и в сторону больших скоростей охлаждения (рисунок 1). При этом смещение в сторону высоких скоростей охлаждения является более значительным, что связано с ускорением бейнитного превращения на начальном этапе и его торможением на завершающем этапе под влиянием ТДЦС.

При формировании бейнитных структур с глобулярными наноразмерными карбидами распад аустенита протекает в высокотемпературном интервале промежуточной области (рисунок 1), что резко изменяет общую картину развития деформаций. Имеет место плавное и непрерывное нарастание микропластической деформации, приводящее к значительному снижению уровня внутренних напряжений и подавлению склонности к образованию микротрещин.

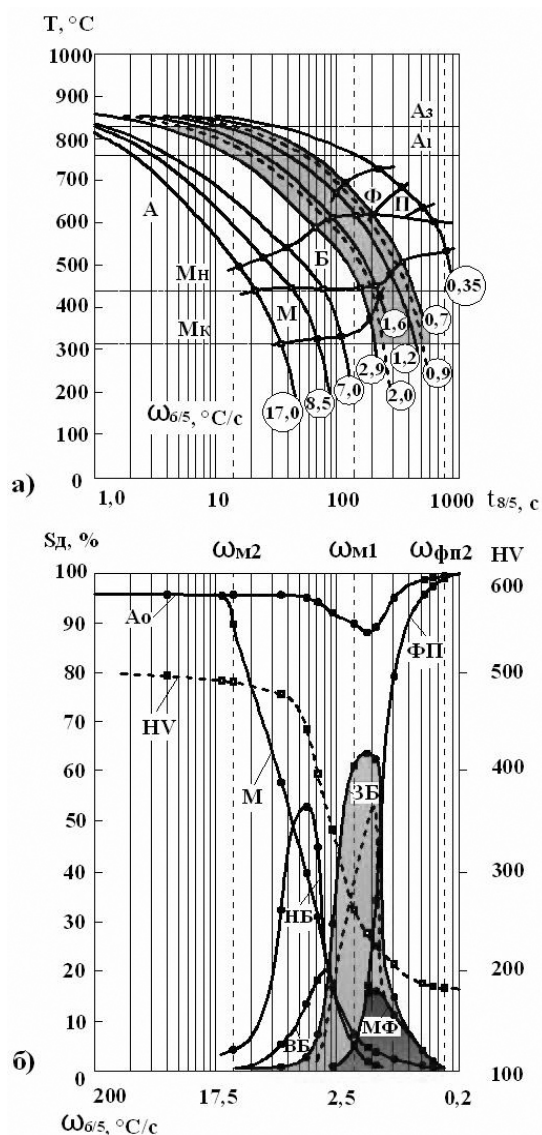


Рисунок 1. Диаграмма АРА (а) и структурная диаграмма (б) участка перегрева околошовной зоны стали 24Х2Н4С. Температура аустенизации – 1250 °С. В затемненной области: пунктирные – ТЦС, сплошные – ТДЦС

Вывод: термодформационное воздействие изменяет как кинетику, так и процентное содержание фаз при распаде переохлажденного аустенита в высокотемпературных участках по сравнению с термической обработкой.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ НАГРЕВА НА СКОРОСТНОЙ ДИАПАЗОН ФОРМИРОВАНИЯ БЕЙНИТА ЗЕРНИСТОЙ МОРФОЛОГИИ

Бокарев М.Ю. – студент, Сиротин В.А. – студент, Иванайский А.А. – к.т.н., ст. преподаватель, Сейдуров М.Н. – к.т.н., ст. преподаватель,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Промежуточные структуры зернистой морфологии имеют значительные потенциальные возможности в практическом аспекте. Бейнит зернистой морфологии при отпуске быстро трансформируется в однородную механическую смесь феррита и глобулярных карбидов, не имеющих ориентировки [1]. Степень дисперсности данной смеси, а соответственно и комплекс получаемых механических свойств может широко изменяться в зависимости от температуры отпуска, что можно с успехом использовать в улучшающей термической обработке, заменив мартенсит отпуска бейнитом зернистой морфологии.

В настоящее время разработан и внедрен способ сфероидизирующей термической обработки стали [2]. По термокинетической диаграмме стали 24Х2НАч структура, состоящая из одного бейнита зернистой морфологии, образуется в интервале скоростей от 7,5 °С до 2,9 °С, что при условии непрерывного охлаждения на спокойном воздухе соответствует диаметрам прутков 7 мм и 15 мм. Экспериментально, при охлаждении проката данной стали на спокойном воздухе, бейнит зернистой морфологии образуется в прутках диаметром до 25-30 мм. Таким образом, прокатка существенно влияет на скоростной диапазон формирования бейнита зернистой морфологии.

Были исследованы образцы из стали 28Х2НАч диаметром 27 мм и высотой 5 мм. Образцы подвергались нормализации с различных температур, как с предварительной деформацией до выше приведенных размеров, так и без нее.

Установлено, что после нормализации без осадки при минимальных температурах нагрева образуется структура, состоящая из бейнита зернистой морфологии и избыточного феррита. После максимальных температур структура состоит из смеси верхнего и нижнего бейнитов. Промежуточное место занимает структура столбчатого бейнита. Она похожа на бейнит зернистой морфологии, но имеет не равноосные, а вытянутые (столбчатые) зерна α -фазы.

Если температура деформации незначительно превышает третью критическую точку, то наблюдается заметное расширение области формирования зернистого бейнита, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения скоростей охлаждения. Если же температура деформации заметно превышает третью критическую точку, то наоборот, наблюдается резкое сужение бейнитной области, вплоть до полного исчезновения. Последнее связано с величиной зерна. Чем крупнее исходное аустенитное зерно, тем уже область формирования зернистого бейнита [3].

Вывод: стали, предназначенные для получения структуры зернистого бейнита с прокатного (ковочного, штамповочного) нагрева, должны иметь в своем составе компоненты, препятствующие росту зерна.

Литература

1. Иванаевский А.А. Исследование структуры, фазового состава, свойств зернистого бейнита и технологии его формирования в сварных соединениях и металлопрокате для сварных конструкций: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул, 2006. – 19 с.
2. Патент на изобретение № 2318879. Способ сфероидизирующей термической обработки стали / Д.П. Чепрасов, А.А. Иванаевский, Е.А. Иванаевский, М.Н. Сейдуров / Заявка № 2006118596. Приоритет изобретения 29 мая 2006 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 марта 2008 г.
3. Сейдуров М.Н. Обеспечение качества и свойств сварных соединений высокопрочных сталей целенаправленным формированием бейнитных структур зернистой морфологии: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул, 2009. – 20 с.

УЛУЧШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР БЕЙНИТА ЗЕРНИСТОЙ МОРФОЛОГИИ

Ковалев С.В. – аспирант, Артюшкин К.Г. – студент, Гончаренко И.С. – студент,
Сейдуров М.Н. – к.т.н., старший преподаватель

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

После сварки низкоуглеродистых низколегированных сталей охлаждение может проходить в широком диапазоне скоростей. Следовательно, в околошовной зоне (ОШЗ) возможно образование любой структуры из спектра, характерного для распада переохлажденного аустенита свариваемой стали. Самой неблагоприятной является бейнитная структура с преобладанием верхнего бейнита. Верхний бейнит, имеющий перистое строение, состоит из пересыщенной по углероду α -фазы и карбидных частиц, расположенных по границам ферритных пластин (рисунок 1). После отпуска ориентировка

в расположении карбидов сохраняется. Поэтому механические свойства сварного соединения со структурой верхнего бейнита в ОШЗ даже после отпуска понижены.

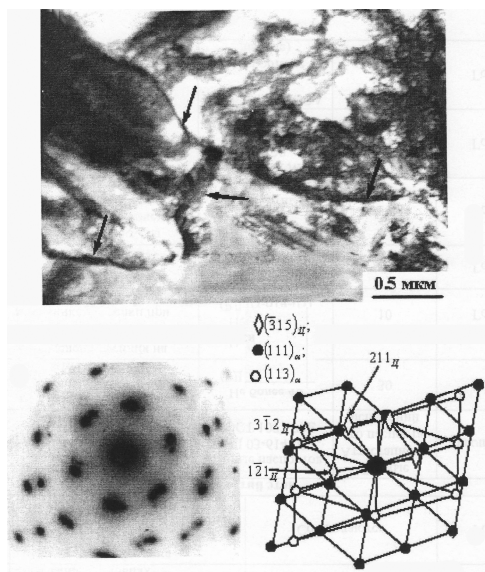


Рисунок 1. Электронная микроскопия (сталь 16X2HAc) с дифракционными картинками, частицы цементита отмечены стрелками [1]

Для исследования были выбраны стали 28X2HAc и 25H3. Углеродный эквивалент сталей примерно одинаков, однако сталь 28X2HAc обладает повышенной способностью к образованию бейнитных структур зернистой морфологии, а у стали 25H3 зернистый бейнит вообще не образуется. Сварку стыковых соединений выполняли в среде аргона с помощью установки для сварки неплавящимся электродом Mastertig MLS 4000.

Известно [2], что наиболее благоприятной является бейнитная структура зернистой морфологии, состоящая из α -фазы, остаточного аустенита и глобулярных карбидов хрома (рисунок 2). Достоинством зернистого бейнита является то, что он и без отпуска обладает хорошим комплексом механических свойств, а после высокого отпуска трансформируется в однородную смесь феррита и глобулярного карбида типа $Me_{23}C_6$, не уступающую по механическим свойствам структуре, получаемой высоким отпускком мартенсита.

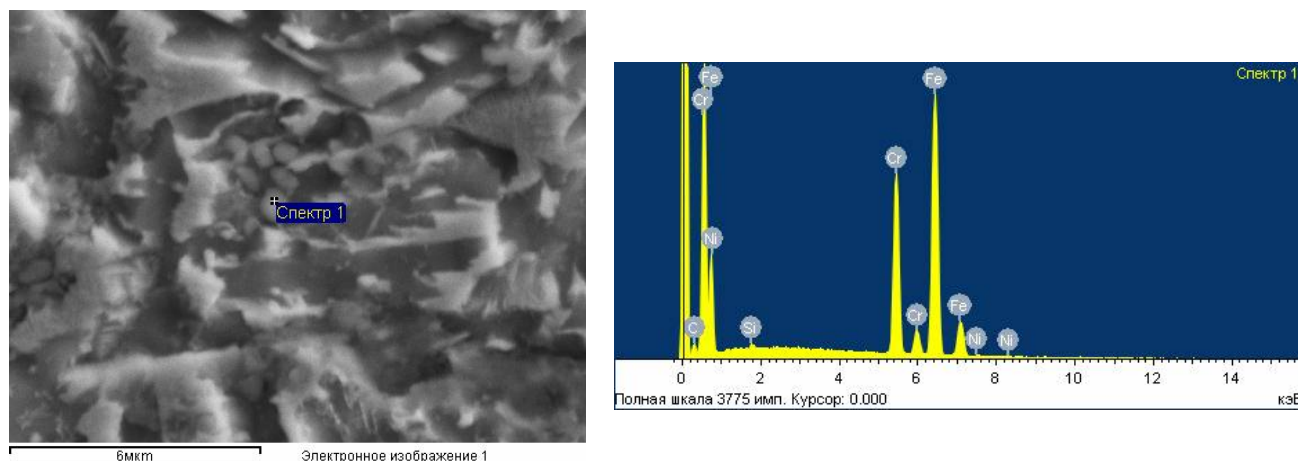


Рисунок 2 Микроструктура и фазовый состав, растровая электронная микроскопия с микроанализом: а) глобулярные карбиды $(Fe,Cr)_{23}C_6$, Спектр 1. Сталь 28X2HAc

Исследование микроструктуры показало, что она у соединения из стали 28X2HAc в ОШЗ состоит из зернистого бейнита и мезоферрита, а у соединения из стали 25H3 в той же зоне в основном из верхнего бейнита. Твердость металла ОШЗ у обоих соединений была практически одинаковой (320-350 HV). Из соединений были сделаны ударные образцы с надрезом в ОШЗ по линии сплавления. Исследованию подвергли как полученные непосредственно после сварки образцы, так и после часового отпуска при 680 °C. Сварные

образцы стали 28Х2НАч – КСУ₋₆₀ = 30,5 Дж/см², а отпущенные – КСУ₋₆₀ = 34,8 Дж/см². Для образцов из стали 25НЗ: КСУ₋₆₀ = 18,5 Дж/см² и КСУ₋₆₀ = 12,5 Дж/см², соответственно.

Вывод: для улучшения комплекса механических свойств сварных соединений в конструкциях ответственного назначения следует выбирать стали, обладающие способностью к образованию структур бейнита зернистой морфологии и режимы сварки, обеспечивающие его формирование в околошовной зоне.

Литература

1. Филатов Ю.А. Строение и условия формирования промежуточных структур зернистой морфологии в низкоуглеродистых низколегированных сталях бейнитного класса: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул, 2008. – 18 с.

2. Сейдуров М.Н. Обеспечение качества и свойств сварных соединений высокопрочных сталей целенаправленным формированием бейнитных структур зернистой морфологии: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул, 2009. – 20 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ СТАЛИ 20Х2МН

Бочков А.С. – студент, Иванайский А.С. – студент,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Применение легированных сталей средней и высокой прочности в промышленности позволяет повысить прочность и долговечность конструкции при одновременном снижении ее металлоемкости. Склонность легированных сталей к закалке и образованию холодных трещин заставляет инженеров-сварщиков искать новые пути получения качественных равнопрочных сварных соединений с минимальными трудовыми, временными и материальными затратами [1].

Традиционно сварку конструкций из высокопрочных легированных сталей выполняют с предварительным подогревом (до температуры 300-350 °С) и последующей термической обработкой (при температуре 600-650 °С). Такой технологический процесс позволяет снизить скорость охлаждения металла шва и ЗТВ и увеличить время протекания структурных превращений. Однако, эта технология сложна и нерациональна, поскольку требует тщательного контроля температуры и параметров сварочного процесса, не обеспечивает гарантированное качество сварных соединений, а неравномерность подогрева и термической обработки крупногабаритных изделий ведет к возрастанию внутренних напряжений, деформации.

Известны и другие подходы к решению проблемы повышения стойкости сварных соединений к образованию холодных трещин при сварке легированных сталей. Широкое применение при сварке легированных сталей получили аустенитные сварочные материалы, однако, получаемые сварные соединения при хорошем качестве не обладают равнопрочностью ($\sigma_b < 600$ МПа). Предлагают использование шагодуговой и двухдуговой сварки под флюсом и в среде CO₂, дуговой сварки в смеси газов CO₂ + O₂, CO₂ + воздух, CO₂ + Ar и др., а также добавка в металл шва различных поверхностно-активных элементов (цезий, кальций, бор и др.) и многое другое. Разрабатываются новые технологии: сварка закаливающихся сталей с предварительной наплавкой на кромки слоя низколегированного металла, имеющего небольшое содержание углерода; сварка с послойным заполнением шва низкоуглеродистыми низколегированными сварочными проволоками и аустенитными проволоками высокой прочности и т.д. [2].

Перспективным направлением решения поставленной задачи, является применение импульсно-динамических методов воздействия на металл сварочной ванны, структуру и свойства сварных соединений из легированных сталей.

По результатам экспериментальных исследований разработан способ сварки легированных сталей, обеспечивающий стабильное качество и высокие эксплуатационные свойства многослойных сварных соединений без предварительного подогрева и последующей термообработки. Для сравнения на идентичных режимах сварки были изготовлены образцы по традиционной технологии (предварительный подогрев 300 °С и

последующая термообработка 600 °С). Результаты механических испытаний сварных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Механические свойства сварных соединений из стали 20Х2МН

Технология сварки	σ_b , Н/мм ²	σ_t , Н/мм ²	KCU ₊₂₀ , Дж/см ²	KCU ₋₆₀ , Дж/см ²	δ_5 , %
Рекомендуемая	605	107	152	97	28
Применяемая	485	144	142	88	22

Из таблицы 1 видно, что полученные по разработанному способу сварки сварные соединения обладают достаточно высокими и стабильными эксплуатационными свойствами с хорошей пластичностью.

Проведенный микроструктурный анализ показал, что сварной шов имеет мелкодисперсную структуру металла шва. При этом швы обладают неявно выраженной зоной сплавления, т.е. существует плавный переход от металла шва к основному металлу, что обеспечивает высокую работоспособность сварных соединений. Это подтверждается высоким значением ударной вязкости исследуемых образцов.

Вывод: установлено, что разработанный способ сварки многослойных соединений из легированных сталей, обеспечивает высокое качество и требуемые свойства сварных соединений, способствует измельчению структуры металла шва, формирует плавный переход от наплавленного металла к основному, повышает эксплуатационную надежность сварных соединений.

1. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т.1. Свариваемость материалов. Справ. изд. / Под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991, с. 528.

2. Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А., Шпигунова О.И. Способы повышения трещиностойкости сварных соединений легированных сталей типа 30ХГСА / Технология машиностроения. – 2001. – № 1. – С. 35-39.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ БРОНЗ СО СТАЛЯМИ

Французова А.А. – студент; Яцык И.В. – студент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

При сварке медных сплавов со сталью в сварной шов переходит значительное количество железа, что приводит к образованию в нем включений железистой составляющей и кристаллизационной прослойки. В стали у границы сплавления со швом в результате диффузии меди, алюминия и других элементов медного сплава образуется диффузионная прослойка. Эти новые фазы могут оказывать значительное влияние на механические свойства сварного соединения.

При отработке технологии аргонодуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродом были использованы присадочные проволоки марок: МНЖКТ5-1-0,2-0,2; БрАМц9-2; БрАЖНМц8,5-4-5-1,5; ERCuA1. С применением этих присадочных материалов была разработана технология сварки, обеспечивающая получение сварных швов без трещин, пор, непроваров, подрезов и других недопустимых дефектов.

Металлографические исследования сварных соединений алюминиевых бронз со сталями показали, что в них образуются: включения железистой составляющей, кристаллизационная и диффузионная прослойка. В связи с этим для изучения влияния железа на механические свойства сварного шва по специальной методике изготавливались образцы из наплавленных медных сплавов с различным количеством железа при использовании проволок : МНЖКТ5-1-0,2-0,2; БрАМц9-2. Исследования показали, что с увеличением содержания железа временное сопротивление разрыву исследуемого металла увеличивается, а относительное удлинение и ударная вязкость уменьшаются.

Испытания сварных соединений медных сплавов со сталью показали, что при использовании различных присадочных материалов получают следующие значения временного сопротивления разрыву: МНЖКТ5-1-0,2-0,2 = 445 МПа; ERCuAl = 470 МПа; БрАМц9-2 = 490 МПа; БрАЖНМц8,5-4-5-1,5 = 600 МПа.

Испытания сварных соединений на ударную вязкость с надрезом по зоне сплавления сталь-шов показали, что наиболее высокие результаты обеспечивает присадочная проволока из сплава марки МНЖКТ5-1-0,2-0,2. Исследования изломов показали, что образцы, выполненные с присадкой МНЖКТ5-1-0,2-0,2, имеют наиболее вязкий характер разрушения. Изломы образцов, выполненных с применением присадочной проволокой из бронзы, имеют более хрупкий характер разрушения, на изломе наблюдается значительное количество включений железистой составляющей. Ударная вязкость этих образцов ниже ударной вязкости образцов, полученных медноникелевой проволокой.

Вывод: была разработана технология сварки, обеспечивающая получение минимального расплавления стали при использовании присадочных проволок из бронз, что обеспечивает получение более высоких значений ударной вязкости в зоне сплавления без уменьшения временного сопротивления разрыву сварных соединений.

ПОЛУЧЕНИЕ СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Черданцев Е.И. – студент, Теуцаков И.А. – студент, Вольферц Г.А. – к.т.н., с.н.с.,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В последнее время одной из актуальных задач является создание новых «умных» материалов, т.е., обладающих следующими основными функциями: чувствительность (учитывает изменения окружающей среды), побудительность (оценивает ситуацию и побуждает активационную функцию) и активационная (реализует отклик материала на изменение внешних условий).

Несомненно, сплавы с памятью формы (ПФ) удовлетворяют всем вышеперечисленным функциональным свойствам [1]. Например, в сплаве TiNi при повышении температуры происходит процесс обратного мартенситного превращения, и сплав способен изменять свою форму. Поэтому он используется при разработке различных силовых элементов, которые представляют собой взаимосвязанную пару из сплава с ПФ и упругого контртела и использующих работу материала. Сплав с ПФ во время нагрева способен совершать определенную работу, деформируя при этом контртело и тем самым, запасая упругую энергию в системе. При охлаждении контртело деформирует сплав с ПФ (реализуется эффект пластичности превращения), высвобождая запасенную энергию. Жесткость контртела определяет величину рабочего хода и усилий, развивающихся в сплаве с памятью формы. В качестве контртела или возвратного элемента используют различные устройства: пружины, пластины и т.д., выполненные из упругих материалов, например, стали.

Однако соединение никелида титана с другими металлами является сложным технологическим процессом. Основная проблема при получении композитов – это обеспечение адгезии между матрицей и сплавом с памятью формы и необходимых параметров фазового перехода в композиционном материале, которые обуславливают функциональную пригодность композита, а также стойкость композита к термоциклированию. Часто получаемые соединения обладают низкой прочностью, что препятствует разработке новых приборов и приспособлений работающих на эффекте памяти формы. В настоящее время в основном для соединения TiNi с металлами и сплавами используют сварку трением, контактную и лазерную сварку, причем последняя используется для соединения малогабаритных изделий.

Сварка взрывом является одним из эффективных методов создания качественных слоистых материалов различного назначения. Это высокоэкономичный и производительный процесс, который не требует дорогостоящего оборудования и оснастки. Из-за своей быстротечности, он подавляет развитие активных диффузионных процессов на границе раздела разнородных металлов и сплавов, позволяет получать равнопрочные соединения из практически любых

сочетаний металлов и сплавов площадью до нескольких квадратных метров. Метод сварки взрывом основан на высокоскоростном косом соударении двух металлических пластин. В зависимости от скорости столкновения получают либо волнистую, либо плавную границу соединения. Необходимо отметить, что если требуется последующая обработка образца, такая, как прокатка или волочение, то плавная граница более предпочтительна, поскольку облегчает эти технологические процессы.

Схемы проведения сварки взрывом достаточно известны [2]. Метаемая пластина, покрытая однородным слоем взрывчатого вещества, устанавливается на поверхности опорной плиты с некоторым зазором. При инициировании детонации метаемая пластина в одном конце начинает быстро изгибаться под углом, стремясь с определенной скоростью к плите, и сталкивается с опорной плитой.

Если скорость пластины слишком большая, то большая кинетическая энергия преобразуется в тепло и ведет к расплавлению материала. Вследствие этого образуются нежелательные интерметаллидные фазы.

Для исследования были использованы листовые пластины никелида титана толщиной 2 мм и пластины стали марки (12Х18Н10Т) толщиной до 5 мм.

Подвергнув поверхность образца химическому травлению, и исследовав микроструктуру сварного соединения, получили незначительные изменения распределения элементов в зоне сварки. Сварной шов имеет волновой характер раздела, что является оптимальным с технологической точки зрения, обеспечивает сильную блокировку двух металлов.

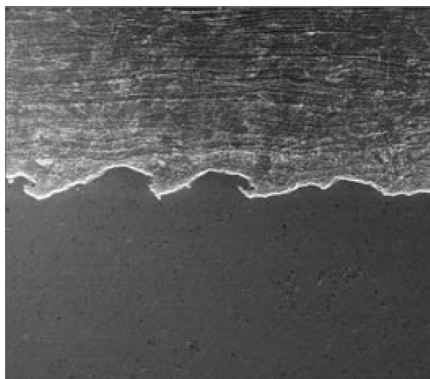


Рисунок 2. – Микроструктура сварного шва

Обнаружено, что сварка взрывом приводит к увеличению температурных интервалов как прямого, так и обратного превращений и уменьшению скрытой теплоты фазового перехода. Причина такого увеличения интервалов может быть связана с сильной пластической деформацией, приобретенной образцами в процессе изготовления.

Для того чтобы снять действие пластического деформирования образцы отожгли при температуре от 500 °С и выше. Последующие измерения теплового потока в дифференциальном сканирующем калориметре показали, что отжиг приводит к восстановлению температурных интервалов мартенситных превращений. Биметалл, включающий сплав TiNi с памятью формы, может с успехом использоваться при разработке термореле, термopереклyчателeй, терморегуляторов и других устройств [3].

Выводы:

1. Установлено, что сварка за счет высокоскоростного соударения пластин при подрыве взрывчатого вещества обеспечивает высокую адгезию между сплавом с ПФ и металлом. Сварной шов имеет волновой характер раздела и обеспечивает блокировку двух металлов. При этом сплав TiNi сохраняет термоупругие свойства. Однако наблюдается расширение температурных интервалов превращений и уменьшение скрытой теплоты превращения, что связано с сильной пластической деформацией TiNi в процессе сварки.
2. Применяемая технология сварки взрывом позволяет получать композитные материалы, сочетающие как функции исполнительного механизма с ПФ, так и контртела. Установлено, что посредством подбора режимов термообработки можно полностью восстановить

термоупругие свойства TiNi сплава, подвергнутого высокоскоростной деформации сваркой взрывом.

Литература:

1. Ооцука К. Сплавы с эффектом памяти формы / К. Ооцука, К. Сумидзу, Ю. Судзуки и др. // Под ред. Х. Фунакубо: Пер. с японск. – М.: Металлургия, 1990. – 224 с.
2. Захаренко И.Д. Сварка металлов взрывом / Минск, Наука и техника. 1990. 205 с.
3. Хусаинов М.А. Биметаллический хлопун / М.А. Хусаинов, В.В. Рубаник, А.Б. Бондарев, Г.В. Пластинка // XLVI междунар. конф. «Актуальные проблемы прочности»: материалы конф.: в 2-х ч., 15-17 октября 2007 г., Витебск. – Витебск, 2007. – Ч.1. – С. 293-294.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ПРОКАТЕ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Чеботарёв Е.Э. – студент, Алилуев А.Ю. – студент,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время при изготовлении тонколистового металлопроката, одной из важнейших задач является снижение дефектов поверхности, связанных с неметаллическими включениями. Чаще всего дефекты поверхности холоднокатаного проката, классифицируемые как «неметаллические включения», обусловлены выходом на поверхность точечной неоднородности. Точечная неоднородность – локальное скопление неметаллических включений, образующихся при кристаллизации стали на определенном расстоянии от поверхности сляба, вследствие того, что при затвердевании металла фронт кристаллизации распространяется от поверхности вглубь, задерживая всплывание включений.

Цель работы – определение источников возникновения дефектов поверхности холоднокатаного листа. В качестве индикатора источника неметаллических включений использовались редкоземельные металлы (Ce – 48%, La – 28%, Pr – 8%, Nd – 15%, ост. – Fe), вводимые в металл на различных этапах производства: 1) на стадии внепечной обработки – во время обработки на УДМ (сталь 08Ю) и УВС (сталь DC05); 2) на стадии разлива – до начала и по ходу разлива через каждые 10-15 мин (сталь 08Ю).

В ходе исследования изучали: 1) химический состав и содержание газов в металле по толщине слябов; 2) макроструктуру поперечных темплетов слябов, горячекатаного и холоднокатаного проката; 3) качественный и количественный состав, топографию неметаллических включений, имеющихся в металле на различных этапах производства и по месту дефектов проката, после специальной подготовки шлифов с использованием металлографических методов и электронной микроскопии.

Было исследовано 14 слябов (96 шлифов), по 5 планок холоднокатаного и горячекатаного проката (60 шлифов), 12 проб с дефектами (30 шлифов).

Установлено, что легирующие элементы, примеси и газы (азот и кислород), за исключением водорода, распределены достаточно равномерно по толщине слябов. Такие дефекты макроструктуры слябов исследуемых сталей, как осевая рыхлость, химическая неоднородность, осевые трещины и трещины, перпендикулярные граням, не превышали 0,5-1,5 балл; точечная неоднородность – 1-2,5 балл; гнездообразные трещины не обнаружены.

Исследование сляба позволило установить типы неметаллических включений: оксиды сложного состава, содержащие PЗМ, Al, Fe, с примесью Ca, Mn; простые оксиды с преобладанием Al_2O_3 со следами Ti, Nb, P или Ca; сульфиды и окисульфиды как простых, так и сложных окислов; нитриды и оксинитриды преимущественно Ti, Nb.

Точечная неоднородность в сталях 08Ю и DC05 образована преимущественно локальными скоплениями простых и сложных оксидов, окисульфидов, располагается на расстоянии 2-84 мм от поверхности, максимальная ширина зоны точечной неоднородности 82 мм.

В макроструктуре горячекатаного и холоднокатаного проката обнаружены линейные и точечные растравы по неметаллическим включениям, располагающиеся на определенном расстоянии от поверхности проката: на горячекатаном металле толщиной 5,5 мм – 0,4-

1,8 мм; на холоднокатаном металле толщиной 3,0 мм – 0,25-1,00 мм, толщиной 1,8 мм – 0,20-0,45 мм. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при прокате листа на толщину 1,8-3 мм включения точечной неоднородности не выходят на поверхность, если залегают в слябе на глубине от 27 мм.

Строчки включений имеют различные размеры (0,5-1,5 балл по ГОСТ 1778, иногда более 5 балла) и плотность составляющих их частиц. Неметаллические включения проката состоят из тех же элементов, что и включения соответствующих слябов.

Следует отметить, что наблюдается четкая зависимость между глубиной залегания строчек неметаллических включений в горячекатаном и холоднокатаном прокате и степенью обжата при холодной прокатке. Например, строчки неметаллических включений зафиксированы на глубине 0,7 мм после горячей прокатки и 0,35 мм после холодной прокатки, 1,35-1,6 мм и 0,7 мм, 0,55-1,6 мм и 0,25-1,00 мм, соответственно (при этом кратность уменьшения толщины с 5,5 мм до 3,0 мм составляет 1,83).

При исследовании дефектов установлено, что по месту «плены» и по «светлым полоскам», обнаруженным на горячекатаном травленном прокате, наблюдаются неметаллические включения (1 и 2 типа). Дефект холоднокатаного проката «плена» обусловлен скоплениями неметаллических включений и водорода. Кроме того, на поверхности холоднокатаного проката были выявлены дефекты прокатного происхождения: «серые пятна» (раскатывание вкатанной окалины), «светлая полоска» (механическое повреждение), «темные точки» (некачественная промывка полосы после травления).

Результаты рентгеноструктурного анализа шлаков стальной ковша, промковша, кристаллизатора и отложений погружных стаканов показали, что основными составляющими шлаков кристаллизатора являются сложные окислы кальция, кремния, железа, и алюминия, промковша - кремния, алюминия и кальция. В отложениях стаканов преобладают окислы алюминия, кальция и кремния. Во всех пробах обнаружены небольшие количества оксидов церия и лантана.

Исследование точечной неоднородности с использованием индикатора в виде РЗМ позволило установить, что точечная неоднородность обусловлена образованием неметаллических включений как на стадии внепечной обработки (раскисление), а так и при разливке (вторичное окисление). На стадии внепечной обработки не достигнуто полное удаление неметаллических включений, их ассимиляция ШОС промковша и кристаллизатора. Причиной присутствия неметаллических включений в металле может являться так же шлак промежуточного ковша и защитная кварцевая труба. На стенках сталеразливочного стакана неметаллические включения могут образовываться в результате процессов вторичного окисления или выделения окислов в результате уменьшения растворимости кислорода.

Вывод: по результатам работы были проведены мероприятия по защите металла от вторичного окисления. На данном этапе работа продолжается с целью выявления влияния футеровки ковша (размывание, химическое взаимодействие) на образование неметаллических включений в стали.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СВАРКИ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ ФИРМЫ FRONIUS ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТЕНЫ БОКОВОЙ ГРУЗОВОГО ПОЛУВАГОНА

Чеснокова Е.В. – студент, Мандров Б.И. – к.т.н., доцент,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время большой объем грузоперевозок осуществляется железнодорожным транспортом, поэтому важно, чтобы производство вагонов было высокоэффективным, в том числе и при изготовлении полувагонов, предназначенных для перевозки грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков.

При изготовлении полувагонов, и в частности стены боковой, большой объем сварочных работ выполняется при помощи механизированной сварки в углекислом газе. Для этого способа характерна высокая ресурсоемкость (трудоемкость, энергоемкость, материалоемкость), связанная со значительным разбрызгиванием расплавленного

электродного металла (от 10 до 12%). Существующие методы снижения разбрызгивания электродного металла, как химического, так и электротехнического направления не дают ощутимого результата и поэтому с экономической точки зрения малоэффективны.

Наиболее заметное снижение разбрызгивания, а значит и ресурсоемкости при изготовлении стойки может дать применение способа сварки в углекислом газе нового поколения, разработанного австрийской фирмой Fronius, получившего название СМТ (Cold Metals Transfer), при котором производится импульсная подача электродной проволоки (проволока отдергивается от капли расплавленного металла) с частотой до 70 Гц.

Подача проволоки осуществляется высокодинамичным сервомотором, позволяющим подстроить частоту импульсов подачи проволоки под частоту переноса капель, что в сочетании с подстройкой сварочного источника позволяет снизить разбрызгивание электродного металла до 1,5-3%.

Снижение разбрызгивания до такого уровня сопровождается снижением каждой статьи расхода – углекислого газа, электроэнергии, трудоемкости и самой проволоки от 7 до 8,5%, а это приведет к снижению ресурсоемкости изготовления стены боковой грузового полувагона.

Другим важным достоинством предлагаемого способа сварки является снижение деформаций сварной конструкции и затрат ее на правку.

Таким образом, можно сделать вывод о возможности снижения ресурсоемкости изготовления грузового полувагона при переходе с традиционного способа сварки в углекислом газе на сварку по методу фирмы FRONIUS.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ СИСТЕМЫ SOLIDWORKS В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Сухина С.Д. – студент, Мандров Б.И. – к.т.н., доцент,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Применение приспособлений являются важным фактором как повышения качества изготовления сварных конструкций, так и снижения трудоемкости сборочно-сварочных операций. Проектирование приспособлений, которые будут использоваться в технологическом процессе, является для студента достаточно трудным видом деятельности, требующим знаний основ проектной работы от постановки задачи до создания чертежа общего вида или сборочного чертежа.

Основными проблемами при проектировании конструкций, по мнению студентов, является недостаточный объем проектной практики, однако, в учебном плане специальности имеются два курсовых проекта и работа (общий объем часов работы над проектами составляет 300 ч) и это не объясняет проблемы, возникающие как при обучении, так и на производстве. По мнению преподавателей, эти проблемы, обусловлены недостаточным для этого рода деятельности пространственным воображением у студентов, и слабой связью между 2D и 3D представлениями конструкции.

По общему мнению студентов и преподавателей в сложившейся обстановке выходом из создавшегося положения могли быть практические занятия, на которых студенты, с помощью преподавателя, познакомились бы с элементами приспособлений и сборкой из них приспособлений для заранее выбранных сварных конструкций. Для реализации такого проекта необходимо наличие готовых деталей приспособления. Стоимость такого комплекта базовых деталей приспособления значительно превышает реальные возможности любого структурного подразделения не только ВУЗа, но и среднего промышленного предприятия. Другим вариантом решения данной проблемы является использования возможностей твердотельного моделирования деталей приспособления и их сборок, однако этот вариант не имеет пока методического и информационного обеспечения и для его реализации необходимо провести предварительную работу по созданию базы данных по сборочно-сварочным приспособлениям.

С развитием компьютерной техники и программного обеспечения наглядное представление трехмерных моделей становится возможным для широкого круга лиц и организаций. В настоящее время существует большое количество программ, позволяющих строить трехмерные модели – это Компас, Autodesk, SolidWorks и др. Наибольший практический интерес в плане решения поставленной задачи представляет конструкторская система SolidWorks, поскольку она позволяет на первом этапе создавать трехмерные модели, а на втором – ее двухмерные чертежи.

Для решения этой проблемы на кафедре «Малый бизнес в сварочном производстве» была создана база данных деталей и узлов сборочно-сварочных приспособлений, позволяющая на практических занятиях проектировать вышеназванные типы приспособлений для основных типов сварных конструкций.