

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ, ТИТАНОВЫХ И ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

Черняков В.Н., Поляков А.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В современной ракетной и авиационной технике широкое применение находят алюминиевые и титановые сплавы, а также коррозионно-стойкие стали. Стремление обеспечить конкурентоспособность производимой продукции предприятиям ракетной и авиационной техники приводит к поиску новых инновационных технологий. В последнее время все большее применение при создании изделий ракетной и авиационной техники получают аддитивные технологии. В настоящее время, благодаря разработке технологий лазерного аддитивного производства металлических изделий, все большее место в высокотехнологичном производстве начинают занимать технологии селективного лазерного спекания и плавления. Вместе с этим, аддитивные технологии, по мнению современных экспертов, только в отдельных случаях могут выступать в качестве альтернативных технологий традиционным. На сегодняшний день аддитивные технологии, решающие многие конструкторские и технологические проблемы, не решают все проблемы обеспечения необходимой прочности и размерной точности конструкции. Они имеют чрезвычайно высокую себестоимость производства, а также для них пока нерешена проблема изготовления крупногабаритных изделий.

В качестве альтернативной традиционной технологии для аддитивных технологий изготовления металлических конструкций можно рассматривать технологию сварки. Как это ни парадоксально, но при сварке алюминиевых и титановых сплавов, а также коррозионно-стойких сталей возникают многие проблемы, разрешение которых позволит существенно совершенствовать новые аддитивные технологии.

Современный уровень развития сварочной техники позволяет получать надежные, прочные и герметичные соединения, обеспечивающие работоспособность конструкций в заданных условиях эксплуатации при обеспечении необходимого ресурса. Высокая экономичность сварных соединений обуславливает повышение объема их применения в производстве авиаконструкций, особенно при изготовлении узлов из нержавеющей сталей, титановых и цветных сплавов.

Согласно ГОСТ Р ИСО 4063-2010 [1] все процессы сварки классифицируют на *основные группы, группы и подгруппы*. Выделяют восемь основных групп сварки: дуговая, контактная, газовая, лучевая, давлением, резка и строжка (в этом случае резка металла осуществляется на часть толщины разрезаемого металла), пайка, прочие процессы сварки. В соответствии с другим принципом классификации, все сварочные процессы подразделяют только на две группы процессов, различающихся по методу формирования микроструктуры металла: процессы плавлением и давлением.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 [2] все дефекты при сварке плавлением подразделяют на шесть основных групп: трещины, полости, твердые включения, несплавление и непровар, отклонение формы и размера, прочие дефекты.

Под трещиной в данном случае понимают нарушение сплошности, вызванное локальным разрывом в результате охлаждения или действия нагрузок.

К трещинам относят: микротрещины; продольные, радиальные, поперечные, кратерные, разрозненные и разветвленные трещины.

Для полости в этом стандарте отсутствует строгое определение, что позволяет использовать традиционное, принятое в технике представление о полости – свободное пространство, ограниченное свариваемым металлом. В этом случае выделяют следующие дефекты сплошности металла: газовые полости, газовые поры, равномерные и линейные пористости, скопление пор, свищи, вытянутые полости, усадочные раковины, микроусадка и другие дефекты.

Под твердыми включениями при сварочных процессах понимают твердые инородные вещества в металле шва. Различают шлаковые, флюсовые, оксидные и металлические включения.

Под непроваром понимают различие между фактической и номинальной глубиной проплавления. Под несплавлением понимают отсутствие соединения между основным и наплавленным металлом или между отдельными слоями.

При сварке для отклонений формы и размера вводят такие понятия, как подрез, превышение выпуклости, превышение проплава, неправильный профиль сварного шва, натек, протек, прожог, коробление и другие.

К прочим дефектам относят все дефекты, которые нельзя отнести к первым пяти. В качестве примера можно назвать следующие: брызги металла, поверхностные задиры, риски, забоины (местное повреждение, вызванное использованием режущего или вспомогательного инструмента), цвета побежалости, изменение цвета (особенно при сварке титана), окисленная поверхность.

Для сварки давлением также регламентируются дефекты геометрии и сплошности в металлических материалах (ГОСТ Р ИСО 6520-2-2009 [3]). Терминологически они во многом корреспондируются с ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012.

Все выше перечисленные дефекты практически инварианты к свариваемым материалам и зависят от следующих факторов:

- подготовка шва свариваемых деталей;
- пространственное расположение свариваемых деталей;
- химический состав свариваемого материала;
- микроструктура свариваемых материалов в месте сварки;
- технологические режимы сварки;
- основные характеристики сварочного оборудования (мощность, продолжительность включения, физический принцип действия).

Титановые сплавы. Титановые сплавы очень эффективны в авиа- и ракетостроении, благодаря физико-механическим свойствам титана: малая плотность, высокая удельная прочность, высокая коррозионная стойкость, немагнитность, хладостойкость. Относительно невысокая температура плавления титана компенсируется его высокой химической активностью, что приводит к существенному усложнению технологии сварки. При сварке методом плавления титана и его сплавов используют разные виды дуговой сварки в среде защитных (инертных) газов вольфрамовым электродом. При необходимости конструкции из этих металлов могут быть сварены контактной сваркой.

Коррозионно-стойкие стали. Согласно действующему стандарту ГОСТ 5632-72 [4] это стали, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии, включая атмосферную, почвенную, щелочную, кислотную и солевую. Для достижения таких свойств стали легируют большим количеством хрома. При этом по процентному содержанию хрома нельзя определить принадлежность стали к классу коррозионно-стойких, жаростойких или жаропрочных. Например, сталь 20X13 с большим содержанием хрома относят к жаростойкой, а сталь 40X9C2 с меньшим содержанием хрома является не только жаростойкой, но и коррозионно-стойкой. В качестве одного из основных методов сварки высоколегированных сталей являются различные виды сварки под флюсом. В отдельных случаях сварку аустенитных сталей проводят в среде инертных газов неплавящимся (вольфрамовым) или плавящимся электродом.

Цветные сплавы и металлы обладают повышенной химической активностью при контакте с кислородом, поэтому для проведения качественного сварочного процесса необходимо учитывать образование оксидной пленкой. Положительное свойство оксидной пленки – высокая коррозионная стойкость. Эта же оксидная пленка приводит к усложнению процесса сварки. Алюминиевые сплавы, несмотря на низкую температуру плавления алюминия, относят к группе трудносвариваемых металлов. Если температура плавления алюминия равна 660°C , то его оксидная пленка – 2044°C . В авиастроении алюминий применяется преимущественно в виде сплавов с медью и магнием. Для их сплавов производится обязательная термическая обработка.

Технология сварки непосредственно привязана к химическому составу и физико-механическим свойствам свариваемых сплавов. Особая роль в оценке качества сварных конструкций отводится легирующим элементам свариваемых сплавов. Трудоемкость и цикл изготовления сварных конструкций зависят не только от технологии их изготовления, но и от конструкторских решений, принятых при проектировании. Таким образом, только совокупность конструкторских и технологических решений принимаемых на всех этапах жизненного цикла изделия может гарантировать его высокую работоспособность и конкурентоспособность.

Обобщенной особенностью достижения конкурентоспособности производства является решение технологических проблем на конкретном

предприятия, несмотря на существование решений аналогичных задач в мире. Это связано с тем, что каждое конкретное производство привносит свою специфику в, казалось, уже решенную типовую задачу. Поэтому были сформулированы задачи исследования:

- систематизация основных физико-технических характеристик и эксплуатационных свойств исследуемых сплавов;
- исследование особенностей теплофизики сварки исследуемых сплавов;
- исследование влияния электрической дуги на качество сварочного процесса;
- выявление факторов, влияющих на свариваемость исследуемых сплавов;
- оценка технологических особенностей процесса сварки исследуемых сплавов;
- исследование влияния технологичности сварной конструкции на качество сварки;
- установление взаимосвязей между технологическими режимами работы сварочного оборудования и эксплуатационными параметрами исследуемых сплавов.

Результатом решения поставленных задач будет методика обеспечения эффективности дуговой сварки трех групп трудносвариваемых сплавов, применяемых в авиа- и ракетостроении, направленная на повышение конкурентоспособности производства.

Список источников литературы

1 ГОСТ Р ИСО 4063-2010. Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов. – Введ. 2012-01-01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2011. – 12 с.

2 ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением. – Введ. 2014-01-01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2014. – 36 с.

3 ГОСТ Р ИСО 6520-2-2009. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка давлением. – Введ. 2011-01-01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2011. – 20 с.

4 ГОСТ 5632-2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. – Введ. 2015-01-01. – Москва : Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2015. – 54 с.